



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

ÚSTAV MANAGEMENTU

INSTITUTE OF MANAGEMENT

OPTIMALIZACE PROCESU MONTÁŽNÍ LINKY

OPTIMIZING THE ASSEMBLY LINE PROCESS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Dominika Janíková

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Zdeňka Videcká, Ph.D.

BRNO 2019

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav managementu
Studentka: Dominika Janíková
Studijní program: Ekonomika a management
Studijní obor: Ekonomika a procesní management
Vedoucí práce: Ing. Zdeňka Videcká, Ph.D.
Akademický rok: 2018/19

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně zadává bakalářskou práci s názvem:

Optimalizace procesu montážní linky

Charakteristika problematiky úkolu:

Úvod
Vymezení problému a cíle práce
Teoretická východiska práce
Analýza současného stavu procesu montáže
Optimalizace procesu výroby na montážní lince
Přínos návrhů řešení
Závěr
Seznam použité literatury
Přílohy

Cíle, kterých má být dosaženo:

Cílem práce je optimalizace vybraného výrobního procesu a návrhy na jeho zlepšení. Řešení je založeno na detailní analýze stávajícího stavu zvoleného výrobního procesu.

Základní literární prameny:

JUROVÁ, M. a kol. Výrobní a logistické procesy v podnikání. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-247-5717-9.

NENADÁL, J. a kol. Moderní management jakosti. Principy, postupy, metody. 1. vydání. Praha: Management Press, 2011. 380 s. ISBN 978-80-7261-186-7.

ŘEPA, V. Podnikové procesy - procesní řízení a modelování. 2. aktualizované a rozšířené vydání. Praha: Grada Publishing, 2007. ISBN 978-80-247-2252-8.

SVOZILOVÁ, A. Zlepšování podnikových procesů. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, 2011. 232 s. ISBN 978-80-247-3938-0.

TOMEK, G. a V. VÁVROVÁ. Integrované řízení výroby. Od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2014. 368 s. ISBN 978-80-247-4486-5.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2018/19

V Brně dne 28.2.2019

L. S.

doc. Ing. Robert Zich, Ph.D.
ředitel

doc. Ing. et Ing. Stanislav Škapa, Ph.D.
děkan

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá analýzou současného stavu vybraného montážního pracoviště a následnou optimalizací. Bakalářská práce je rozdělena na tři části, přičemž se v první části zaměřím na teoretická východiska, druhá část pokračuje představením firmy a analýzou výrobního procesu na montážní lince. Ve třetí, návrhové části, je obsažen návrh na zlepšení, které by mohlo vést ke zlepšení celého výrobního procesu ve firmě.

Abstract

This Bachelor's thesis focuses on analyzing of process optimization and instalation of manufacture in a chosen company. This bachelor thesis is devided into three parts, whereas the first part is targeted to theoretical basis. The second part continues with introduction of the company at the assembly process. In the third part, there will be a suggestion of changes, which can lead to lean manufacture process in the company.

Klíčová slova

Výroba, optimalizace, štíhlá výroba, proces, procesní mapa, plýtvání

Key words

Manufacture, optimalization, lean production, process, process map, waste

Bibliografická citace

JANÍKOVÁ, Dominika. *Optimalizace procesu montážní linky* [online]. Brno, 2019 [cit. 2019-05-01]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/117976>.
Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, Ústav managementu. Vedoucí práce Zdeňka Videcká.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracoval jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem ve své práci neporušil autorská práva (ve smyslu Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brně dne 31. dubna 2019

.....

podpis studenta

Poděkování

Můj obrovský vděk patří paní Ing. Zdence Videcké, Ph.D. za vedení mé bakalářské práce, její čas, odborné a hlavně cenné rady. Dále patří také vedení a pracovníkům firmy REHAU s.r.o., kteří mi po celou dobu podávali potřebné informace a v neposlední řadě samozřejmě rodině a přátelům.

OBSAH

1	CÍL A METODIKA PRÁCE	9
2	TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE	10
2.1.	Výroba	10
2.2.	Proces	11
2.3.	Procesní řízení	11
2.3.1.	Nástroje ARIS	12
2.4.	Zlepšování procesů	12
2.4.1.	Cyklus PDCA	13
2.4.2.	Cíle optimalizace	14
2.5.	Štíhlá výroba	14
2.5.1.	Plýtvání	15
2.6.	Metoda Just-in-time (JIT)	16
2.6.1.	Eliminace ztrát ve výrobě	16
2.7.	System řízení úzkých míst	17
2.8.	Value Stream Mapping – VSM	19
2.9.	System řízení materiálového toku push a pull	20
2.10.	Paretův diagram	20
2.11.	Diagram příčin a následků	21
2.12.	Takt linky	21
3	ANALYTICKÁ ČÁST	22
3.1.	Představení podniku	22
3.1.1.	Základní údaje o podniku	22
3.1.2.	Závod	23
3.1.3.	Předmět podnikání	23
3.2.	Organizační struktura	24
3.3.	Globální analýza podniku	28
3.3.1.	Hlavní procesy	28
3.3.2.	Řídící procesy	32
3.3.3.	Podpůrné procesy	33
3.4.	Detailní analýza montážní linky Nassarm	36

3.4.1.	Popis pracoviště	36
3.4.1.	Postup montáže	38
3.4.2.	Řízení procesů na operativní úrovni	44
	Vedlejší procesy montáže	45
	Hlavní procesy montáže.....	45
3.4.3.	Časový snímek montážní linky	45
3.4.4.	Vypočtený takt-time linky	46
3.5.	Analýza úzkých míst.....	46
3.5.1.	Modelová zakázka	46
3.5.2.	Analýza pracoviště č. 2	48
3.5.3.	Analýza pracoviště č. 5	50
3.5.4.	Analýza pracoviště č. 8	51
3.6.	Zjištěné nedostatky na montážní lince.....	53
4	NÁVRHOVÁ ČÁST	54
4.1.	Návrh metodiky	54
4.1.1.	Stanovení významných příčin.....	54
4.2.	Aplikace navržené metodiky	55
4.2.1.	Stanovení významných příčin montážní linky.....	55
4.2.2.	Definice příčin kritických prostojů	57
4.2.3.	Stanovení důležitých příčin pro Paretovu analýzu	58
4.3.	Návrhy na optimalizaci linky.....	60
4.3.1.	Úprava strojního zařízení pracoviště č. 5.....	60
4.3.2.	Úprava odrazové plochy na pracovišti č. 2.....	61
4.3.3.	Návrh zlepšení signalizace poruch na pracovišti č. 2	62
4.3.4.	Úprava pracovních úkonů mezi pracovištěm č. 8 a č. 9	62
4.3.5.	Opatření pro sběr a vyhodnocování dat	62
4.4.	EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ	63
4.4.1.	Zvýšení výrobní kapacity montážní linky Nassarm	63
4.4.2.	Zhodnocení celkových nákladů	64
4.4.3.	Náklady na zavedení opatření.....	65
	ZÁVĚR	67

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	68
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	70
SEZNAM TABULEK	71
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....	72
SEZNAM PŘÍLOH.....	73

ÚVOD

V současné době je firma nucena své procesy neustále upravovat a zdokonalovat, tzv. optimalizovat. Je tomu tak, aby se byla schopna udržet na trhu a byla schopna si udržet konkurenceschopnost. Optimalizací procesů se firma stává výkonnější, levnější a hlavně rychlejší. Podnikové procesy jsou potřeba optimalizovat jak ve firmách poskytujících služby, tak ve firmách výrobních.

Tato bakalářská práce se bude zaměřovat právě na optimalizaci procesů jedné výrobní firmy. Jde o firmu, která vyrábí komponenty pro auta. Konkrétním obsahem práce bude optimalizace montážního pracoviště, které vyrábí odstříkovací systém předního skla u auta.

Moje návrhy se budou snažit dosáhnout snížení úrovně zmetkovitosti a prostojů, aby celkově došlo k hladšímu průběhu výroby. Mělo by dojít k úsporám v určitých oblastech, a také dosáhnout větší efektivity a nižších nákladů.

Práce bude rozložena do tří navazujících částí – teoretické, analytické a návrhové. Teoretická část bude vysvětlovat základní pojmy týkající se problematiky. Vysvětlíme si pojmy od výroby a dostaneme se až k problematice Štíhlého podniku a také plýtvání.

V analytické části se budu věnovat nejprve organizační struktuře firmy. Analytická část bude rozdělena na dvě části, na část globální analýzy a detailnější analýzu jednotlivých procesů výrobního pracoviště. Právě zde budou identifikována úzká místa a problémy v procesu výroby, na které se budu zaměřovat v návrhové části.

Návrhová část bude obsahovat moje vlastní návrhy a řešení problémů, nakonec dojde ke zhodnocení a přínosu mého návrhu.

1 CÍL A METODIKA PRÁCE

Cílem mé bakalářské práce je analýza a následná optimalizace výrobního procesu montážní linky Nassarm ve firmě REHAU s.r.o. Bude proveden časový snímek montážní linky, popisem a analýzou současného stavu bude umožněno najít úzká místa a problémy ve výrobním procesu. Hlavním cílem práce je předložení funkčního návrhu a opatření, která dokáže upravit a optimalizovat proces výroby na montážní lince na efektivnější.

Řešení bude vycházet z předem vytvořené globální a detailní analýzy jednotlivých procesů ve firmě. Dílčí cíle, kterých bude dosaženo, jsou následující:

- zpracování teoretických východisek podnikových procesů, optimalizace, štihlé výroby, plýtvání na základě literárních zdrojů,
- zpracování globální a detailní analýzy, nalezení úzkých míst a problémů v procesu,
- návrh zlepšení na základě předem určených problémů,
- vyhodnocení přínosů a rizik.

Během zpracování této práce jsem použila metody globální a detailní analýzy. Globální analýza v této práci představuje rozbor jednotlivých výrobních procesů. Detailní analýza je zaměřena na konkrétní proces, který je postupně optimalizován.

2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE

Tato kapitola obsahuje teoretická východiska problematiky. Jsou tu vysvětleny základní pojmy typické pro problematiku, jako je výroba, optimalizace, štíhlá výroba, plýtvání a také se budu věnovat nástrojům pro zavádění štíhlé výroby.

2.1. Výroba

V nejširším pojetí znamená výroba spojení všech výrobních faktorů (půda, práce, kapitál) za účelem získání ať už výrobků nebo služeb. Patří sem všechny činnosti, které jsou zajišťovány podnikem, jako například: doprava, skladování, obstarání výrobních faktorů, správa, poskytování služeb a zhotovení výrobků. Cílem výroby ovšem nejsou jakékoliv statky a služby, ne všechny je možné totiž realizovat na trhu a získávat tak zisk.

Do užšího pojetí patří vlastní výroba a poskytování služeb, skladování a doprava, nákup, dále také správa a kontrola těchto oblastí, není zde zařazeno již financování a odbyt.

V rámci nejužšího pojetí výroba znamená jen samostatné zhotovení hmotných výrobků a poskytování určitých služeb, nepatří sem však bankovní, obchodní a další služby.

Během přípravy výroby je rozhodováno o snižování výrobních nákladů a zkracování dodacích lhůt, o širší sortimentu a o zvyšování užitečnosti výrobku. Hlavním cílem každého podniku je dlouhodobá maximalizace zisku a s tím související postupné zvyšování hodnoty podniku. [1, str. 251].

Výroba, odbyt, financování a investování patří mezi nejdůležitější činnosti podniku. V tržní ekonomice najde své uplatnění pouze výroba nebo služba, jejíž výsledek je žádaný spotřebitelem. Odbyt a jeho informace hraje v tomto smyslu důležitou úlohu a výroba by měla vycházet právě z jeho požadavků. Je ale možné, že tyto požadavky jsou příliš vysoké, dochází tak k situaci, kdy poptávka převyšuje nabídku. V tomto případě je tak jediným omezením pro podnik výrobní kapacita a finanční prostředky. Podnik by tedy z tohoto důvodu měl být nucen hledat a tvořit rezervy ve výrobních kapacitách, nebo rozšířit kapacitu financování.

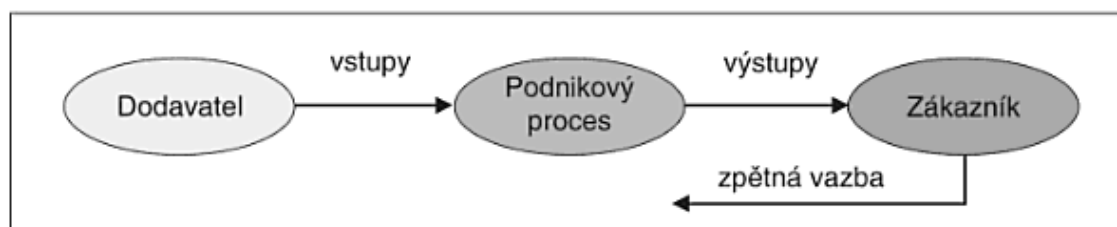
K úspěšnému průběhu výroby je potřeba do výroby financovat (hradit mzdy, náklady na údržbu, opravy, platit za materiál). Nejvíce rozšířený způsob financování je odbyt, který

spolu s výrobou a financováním tvoří uzavřený kruh peněžních prostředků. Je žádoucí, aby tento kruh byl sladěn.

Proces výroby obvykle probíhá v etapách: např. ve strojírenství rozlišujeme předvýrobní etapu, výrobní a odbytovou. Výrobek tak vzniká určitým postupem, který se skládá ze sledu operací přesně stanovených technologií [1, str. 253].

2.2. Proces

Proces můžeme popsat jako sled sekvenčních činností, které se snaží dosáhnout společného cíle. Jednoduše také můžeme říct, že podnikový proces je souhrnem činností, přeměňujících souhrn vstupů do souhrnu výstupů (zboží nebo služeb) pro jiné lidi nebo procesy, používající k tomu lidi a nástroje. Proces je spuštěn počátečním signálem a postupně tvoří určitý výstup pro zákazníka pomocí předem daných procedur a zdrojů organizace. Všichni se někdy ocitneme v pozici zákazníka a dodavatele. Grafický symbol níže znázorňuje základní podnikový proces. Na tomto symbolu se dají definovat vstupy procesu a jejich zdroj, zákazník a s ním spojené výstupy a proces samotný, dále je zde vidět zpětná vazba od zákazníka [2, str. 15].



Obr. 1: Základní schéma podnikového procesu [2, str. 15]

2.3. Procesní řízení

Za procesní řízení považujeme neustálé sledování podnikových procesů. Je-li to nutné, dochází k přírůstkovému zlepšování, či radikálnímu reengineeringu procesů, to vše za účelem stálého zajišťování strategických cílů. Vedení a organizace podniku procesním řízením řeší hlavně otázku dělby práce v podniku, kompetenci a specializaci pracovníků.

Procesní řízení je přínosem do všech oblastí organizace, jako např.:

- v oblasti řízení organizace vytváření srozumitelných a systematických strategií celého podniku, možnost rychlého a jednoduchého řízení potřebných změn,
- v oblasti personálních zdrojů umožňuje trvalý monitoring efektivnosti, účinnosti a výkonnosti,
- v oblasti finančního plánování ulehčuje parametrizaci procesů, na kterou je navázáno přiřazování zdrojů pro procesy, mohou se tak snadněji plánovat náklady [2, str. 16].

2.3.1. Nástroje ARIS

Mezi hlavní využití nástrojů ARIS spočívá návrh, zavedení a řízení podnikových procesů firmy.

Pojem ARIS je spjatý hlavně s počítačovými nástroji. Přehled nástrojů ARIS rozlišuje **tři základní platformy**:

- ARIS Design platform (modelovací platforma, platforma návrhu)
- ARIS Implementation platform (platforma implementace)
- ARIS Controlling platform (controllingová platforma) – zde jde o optimalizaci procesů podniku

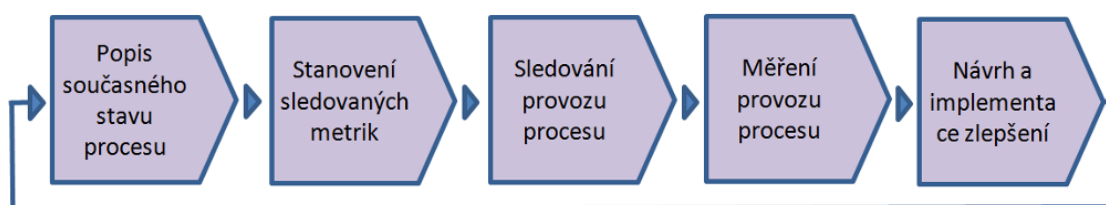
Nabídka modulů pokrývá nejen potřeby analytiků, informatiků, ale i potřeby managementu firmy, kteří je využívají k řízení procesů [2, str. 74].

2.4. Zlepšování procesů

Všechny firmy mají dnes potřebu zlepšovat podnikové procesy, důvodem je udržení na trhu. Podniky jsou tak nuceny svými zákazníky, kteří žádají stále lepší služby a produkty, soustavně uvažovat o zlepšování svých procesů. Pokud totiž zákazník nedostane to, co žádá, má možnost se obrátit na spousty dalších, konkurenčních firem. Mnoho firem tedy začíná pracovat se svými podnikovými procesy formou průběžného zlepšování. Tento

přístup je založen na měření stávajícího procesu a porozumění. Z toho přirozeně vyplývají podněty ke zlepšování, mluvíme zde o jakémsi „přirozeném procesním přístupu“.

Na obrázku č. 2 můžeme vidět základní kroky průběžného zlepšování procesu. Základem je popis, kdy popíšeme současný stav, poté následuje stanovení základních ukazatelů k měření, plynoucí především z potřeb zákazníků. Neustálým sledováním běhu procesu jsou identifikovány příležitosti ke zlepšení, které je následně potřeba dát do souvislostí a poté jako celek, implementovat. Poté jsou změny dokumentovány, tak se dostáváme na počátek cyklu, proto se hovoří o průběžném-soustavném-zlepšování procesů [2, str. 15].



Obr. 2: Základní kroky zlepšování procesu [2, str. 15]

2.4.1. Cyklus PDCA

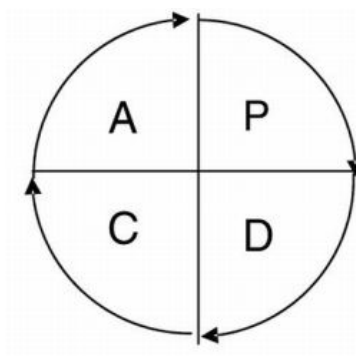
Rozpracováním Demingova cyklu PDCA (Plan-Do-Check-Act) dostáváme jednotlivé kroky procesu neustálého zlepšování. Tento cyklus je základním modelem zlepšování. Je složen ze čtyř fází, ve kterých dochází ke zlepšování jakosti a provádění změn. Cyklus by se měl pro zajištění neustálého zlepšování stále opakovat, nemá tedy konec.

Plan (plánuj) – naplánování zamyšleného zlepšení

Do (vykonej) – realizace plánu

Check (zkontroluj) – ověření výsledku realizace oproti původnímu záměru

Act (reaguj) – úpravy záměru i vlastního provedení na základě ověření a plošná implementace zlepšení do praxe [3, str. 233].



Obr. 3: Demingův PDCA cyklus [3, str. 233]

2.4.2. Cíle optimalizace

Každý podnik se snaží neustále optimalizovat. Optimalizace procesů je úzce spojena s procesním řízením. Správné nastavení procesů v organizaci ovlivňuje náklady výroby a efektivitu podniku jako celku. Dají se tak odhalit rezervy, duplicity a činnosti, které jsou zbytečné. Po upravení a novému nastavení procesů dojde k uvolnění vázaných zdrojů – finančních prostředků, pracovníků, materiálu, dojde také ke stabilizaci produkce a zkrácení průběžné doby výroby.

Mezi hlavní cíle optimalizace tedy patří:

- uvolnění kapacit a zdrojů,
- zrychlení a zjednodušení procesů,
- eliminace nepotřebných procesů,
- zvýšení efektivity organizace,
- odstranění konfliktů mezi procesy [4].

2.5. Štíhlá výroba

Štíhlá výroba je metodika, která byla vyvinuta firmou Toyota po 2. světové válce v Japonsku jako Toyota Production System (TPS). Tato metodika představuje úsilí zaměřené na omezování plýtvání zdroji, časem, prostředkem k tomu je zbavovat se všeho,

co firmu zatěžuje v růstu. Jedná se tedy o přístup k výrobě způsobem, kdy se podnik snaží uspokojit v co největší míře zákaznickovy požadavky tím, že vyrábí jen to, co zákazník požaduje. Zároveň se tyto produkty snaží vyrobit v co nejkratší době s minimálními náklady, aniž by se ztratila kvalita na úkor zákazníka.

Filosofií nástrojů štíhlé výroby je neustálé a dlouhodobé využívání drobných zlepšení, jejichž efekt v konečném efektu zajišťuje rozvoj efektivity výroby. Všechny systémy mají totiž v čase sklon k entropii, tj. u výrobních systémů dochází ke snižování efektivity. Vhodné využití těchto nástrojů štíhlé výroby tento efekt přirozeného poklesu efektivity v čase eliminují a přispívají k rozvoji efektivity. [5]

V dnešní době štíhlost již není jen výsadou automobilového průmyslu, ale čím dál více se dostává i do jiných odvětví, jako např. chemického, strojírenství, atp.

K dosažení cílů štíhlé výroby je možno použít řadu nástrojů, a to zejména:

- KANBAN,
- KAIZEN,
- TPM,
- SMED,
- 5S [5].

2.5.1. Plýtvání

Plýtvání (= muda) představuje právě ty aktivity, které produktu (výrobku nebo službě) nepřidávají hodnotu a zákazníci za tyto činnosti neplatí. Proslulý americký podnikatel a průkopník automobilového průmyslu Henry Ford, který zavedl pásovou výrobu a také proslul první definicí plýtvání:

„Obvykle peníze vložené do surovin nebo do zásob hotových výrobků jsou považovány za živé peníze. Jsou to sice peníze v obchodě, to je pravda, ale mít zásobu surovin nebo hotových výrobků přesahující požadavky, je plýtvání, které jako každé jiné plýtvání má za následek zvýšení cen a nižší mzdy.“ [6]

Plýtváním se rozumí v kontextu s Toyota Production System nejen plýtvání materiálem, ale se všemi výrobními faktory. Velký problém je zde pozorován v časových prostojích. Experti mnohdy hovoří, že více než 90% času výrobního procesu zaberou právě prostoje,

z pohledu výroby se poté hovoří o tzv. mrtvém čase. Důležité je také uvést, že většina organizací se zaměřuje na redukci plýtvání ve výrobě, právě základní systém managementu je ovšem často původem velkého plýtvání. [6]

Plýtvání dělíme do sedmi skupin:

- Nadprodukce (Overproduction) – příliš časté dodávky, velká množství, provedení činností, které zatím nejsou třeba,
- Nadbytečné zásoby (Inventory) – hromadění zásob ve skladech, velké výrobní dávky, tvorba krátkodobých skladů,
- Defekty (Correction) – špatně provedené procesy, opravy a zmetky, atd.
- Zbytečná manipulace (Motion) – podávání, přenášení, otáčení pracovníků,
- Špatné zpracování (Over-processing) – nepožadovaná úroveň kvality a množství,
- Čekání (Waiting) – čekání v úzkých místech výroby, počítání dílů, čekání na materiál, čekání na další zpracování,
- Transport (Conveyance) – složitá přeprava informací nebo materiálu bez přidané hodnoty [7, str. 88].

2.6. Metoda Just-in-time (JIT)

Tento koncept byl vytvořen a následně uplatňován během řízení výroby začátkem a v průběhu 70. let v Japonsku, v USA a v západní Evropě. Základním principem JIT je **výroba v potřebné kvalitě, pouze nezbytných položek, v nezbytných množstvích, v nejpozději přípustných časech**. JIT se snaží eliminovat základní druhy ztrát, plynoucí především z nadprodukce, čekání, dopravy, udržování zásob a nekvalitní výroby. JIT bývá typicky uplatňován ve firmách, sledujících nákladové strategie [8, str. 71].

2.6.1. Eliminace ztrát ve výrobě

Pojetí úspory času ve výrobě je možno chápat jako vývoj procesu Just-in-time v těchto krocích:

- důraz na minimalizaci rozpracované výroby, případně výroba téměř bez mezioperačních zásob,
- zkracování průběžných dob výroby,
- podstatné snížení seřizovacích časů,
- použití malých výrobních dávek,
- rychlý a jednoduchý tok materiálu mezi pracovišti,
- důraz na vysokou kvalitu a eliminaci poruch výrobního procesu,
- jednoduchost a průhlednost systému řízení, atp. [8, str. 72].

„Za hlavní přínosy JIT bývají označovány:

- *redukce zásob a rozpracované výroby,*
- *redukce výrobních a skladovacích prostor,*
- *kratší průběžné doby a seřizovací časy,*
- *vyšší produktivita,*
- *zvýšení kvality“.* [8 str. 73]

Metoda Just-in-time má i úskalí a negativní dopady. Důraz na výrazné zlepšení a vytvoření co nejlepších podmínek pro výrobu s minimálními zásobami může také znamenat zhoršení podmínek pro zákazníka a někdy také omezovat subdodavatele. Firma s mnoha dodavateli se může stát na nich příliš závislou. JIT také klade velké nároky na transport, samostatné zavedení JIT je také poměrně náročné, vyžaduje náklady a přínosy se většinou dostaví až po delší době [8, str. 74].

2.7. Systém řízení úzkých míst

Úzké místo je v toku materiálu charakteristické omezeným výkonem, ten následně ovlivňuje celkový výkon řetězce. Systém řízení úzkých míst označujeme zkratkou OPT (= Optimised Production Technology).

Vznikající úzká místa mají velký vliv na průběh výroby. Využitím úzkých kapacit může být zajištěno výrazné zlepšení průměrného využití všech výrobních zařízení, sníží se tak průběžné doby i stav pracovníků [9, str. 24].

Specifika pro úzká místa:

- úzké místo ovlivňuje úroveň služeb zákazníkům,
- dopravní dávka by neměla být identická s výrobní dávkou,
- úzká místa určují průběh toku materiálu v řetězci, i velikost zásoby,
- celý systém je nutné řídit podle úzkého místa.

Principy OPT jsou založeny na pravidlech a jsou rozepsané v tabulce č. 1. Tato pravidla napomáhají firmě k dosažení jejího cíle. OPT rozlišuje dva druhy zdrojů: úzkoprofilové (bottleneck) a neúzkoprofilové (non-bottle-neck). Ty zdroje, které limitují množství výrobků firmou produkovatelné, jsou úzkoprofilové [9, str. 25].

Tab. 1: Principy systému řízení úzkých míst (Zdroj: Vlastní zpracování podle [9, str. 26])

1. pravidlo	vytíženost neúzkého místa je určena jak kapacitou, tak jiným omezením v systému
2. pravidlo	aktivace zdroje je něco jiného než vytíženost zdroje
3. pravidlo	jedna hodina ztracená na úzkém místě je ztrátou celého systému
4. pravidlo	jedna hodina ušetřená na pracovišti, které není úzkým místem, je bezvýznamná
5. pravidlo	úzká místa určují jak výši zásob v systému, tak propustnost systému
6. pravidlo	transportní dávka by neměla být identická s dávkou výrobní
7. pravidlo	výrobní dávka by neměla být fixní
8. pravidlo	priority a kapacity by měly být uvažovány souběžně

Požadavky zákazníků a požadavky marketingu jsou důležité pro logistickém plánování a je potřeba na ně brát zřetel. Kapacitní možnosti výroby průběžně srovnáváme s požadavky marketingu a požadavky zákazníků. Jsme potom schopni takto provést srovnání a vytvořit rozpis a tak určit úzké místo [9, str. 26].

2.8. Value Stream Mapping – VSM

Cenný nástroj pro neustálé zlepšování a snižování nákladů a odpadu je mapováno toku hodnot - Value Stream Mapping. Tato metoda je používána k analýze a návrhu toku potřebných materiálů a informací, jak co nejvýhodněji doručit produkt až k zákazníkovi. VSM lze použít na téměř jakýkoli řetězec výrobních činností. VSM také může být použito k pochopení a identifikaci současného procesu ve výrobní společnosti. Má několik výhod, jako například:

- rychle a jednoduše pochopitelný,
- pomáhá zobrazovat výrobní proces od začátku až do konce,
- vyhledává úzká místa uvnitř procesu,
- poměrně levná metoda, v podstatě není potřeba žádný software,
- přestože je využíván hlavně ve výrobě, je možno jej použít i při mapování kancelářských procesů, které podporují výrobu.

Stručně řečeno, VSM je lehce pochopitelný nástroj pro řízení toků ve společnosti. Po seznámení se s ikonami VSM je snadné vytvořit mapy, které zobrazují proces a poskytují jednoduchý obrazový pohled [10].

2.9. Systém řízení materiálového toku push a pull

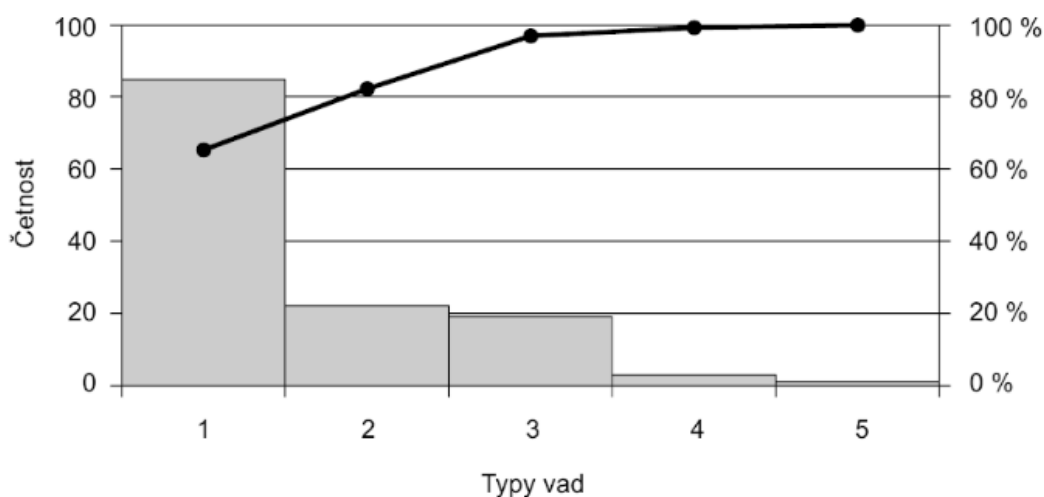
Princip pull (pochází z názvu strategie tahu, oproti strategii push – tlaku) je uplatňovaný v lean-managementu znamená, že výrobní zakázky již nejsou „protlačovány“ (push) výrobním systémem, tak, jak tomu bylo v tradičních systémech. Výrobní zakázky prochází výrobou v souladu s principem „dones“, ve kterém je každý pracovník na určitém výrobním stupni (zařízení) odpovědný za zajištění požadavků navazujících výrobních stupňů. Následující výrobní stupeň se tak stává interním zákazníkem, jehož požadavky musí být za všech okolností uspokojeny. Mezi hlavní přednosti pull systému plánování a řízení výroby patří výrazné snížení výrobních nákladů v důsledku snížení mezioperačních zásob a také zkrácení průběžných dob výroby [8, str. 75].

2.10. Paretův diagram

Paretův diagram (v literatuře se můžeme setkat i s názvem Paretova analýza) je založen na Paretovu principu, který tvrdí, že 80 % následků je způsobeno 20 % příčin.

První část analýzy spočívá v uspořádání prostých četností položek podle četností výskytu od největšího po nejmenší.

Paretův diagram názorně zobrazuje, na jaké položky se máme přednostně zaměřovat, abychom přispěli ke zlepšení. V tomto případě budeme hledat nápravná opatření k odstranění prostojů montážní linky [14, str. 147].

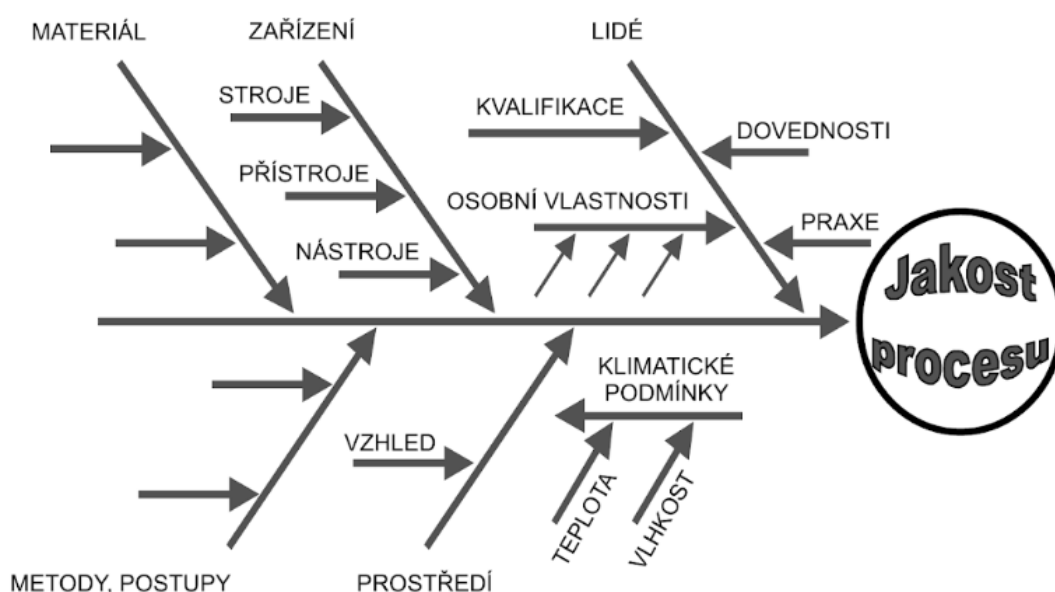


Obr. 4: Paretova analýza [14, str. 147]

2.11. Diagram příčin a následků

Tento diagram je někdy označován jako Ishikawův diagram. Základním přínosem je názorné a strukturované zachycení všech příčin, které vedou nebo mohou vést k danému následku. Příčiny hledáme proto, abychom je mohli následně řešit. Následkem může být konkrétní situace (vada, úspěch, neshoda) anebo žádoucí stav.

Ishikawův diagram neříká, jak máme problém vyřešit. Soustředění všech příčin nám ale umožní celý problém rozebrat a následně najít řešení. Účinnost tohoto diagramu byla několikrát prokázána [14, str. 148].



Obr. 5: Ishikawa diagram [14, str. 148]

2.12. Takt linky

Takt linky (= takt time) je významná součást filosofie LEAN, slouží zde jako základní ukazatel. Je to poměr mezi disponibilním časovým fondem a poptávkou neboli požadavkem zákazníka. Výsledná hodnota takt time je čas, který určuje, za jak dlouho musí být jeden kus výrobku dokončen, aby byla naplněna poptávka. V praxi to téměř znamená, aby podnik vyráběl přesný počet kusů, kolik požaduje poptávka.

Výpočet takt time vychází z tohoto vzorce: $TT = \frac{DČF [min]}{kapacita [ks]}$, kde DČF je disponibilní časový fond [14].

3 ANALYTICKÁ ČÁST

V analytické části nejdříve představím podnik Rehau Automotive s.r.o., stručně popíšu organizační strukturu a historii. Poté zde zmíním procesní mapu a provedu globální analýzu procesů hlavních a podpůrných. Dále detailně popíšu montážní pracoviště a proces montáže. Odtud se budu snažit získat nedostatky, pro ty navrhnu řešení v návrhové části. Analýzu podniku jsem zpracovávala na základě dat, které mi byly poskytnuty společností Rehau Automotive s.r.o.

3.1. Představení podniku

V následující kapitole představím podnik, přiblížím předmět podnikání a procesy v podniku.

3.1.1. Základní údaje o podniku

Pro zpracování bakalářské práce jsem si vybrala podnik Rehau Automotive s.r.o. Do tohoto podniku jsem chodila v průběhu praxe, během které mi bylo umožněno nahlédnout do různých oddělení, převážně ale do oddělení výroby.

V minulosti došlo k odstěpení společnosti Rehau s.r.o. od původní společnosti Rehau s.r.o., která se přejmenovala na Rehau Automotive s.r.o. Důvodem byly odlišné obchodní modely dodávek systému Rehau pro zákazníky automobilového průmyslu od dodávek zákazníkům z oblasti stavebnictví a ostatních průmyslových oborů.

Mezi základní cíle podniku Rehau Automotive s.r.o. patří výroba a dodání svým zákazníkům systémů a výrobků na bázi polymerů pro automobilový průmysl. Tyto výrobky jsou vyráběny ve výrobních závodech v Moravské Třebové a Jevíčku. Výroba a prodej plastových výrobků pro automobilový průmysl je hlavním předmětem podnikání. Nabízí produkty v oblasti exteriérových částí a systémy těsnění konkrétně např. těsnící profily a systémy vedení vody na odstřiky čelního skla. Rehau Automotive pokrývá celý výrobní řetězec včetně zakázek, produkce a distribuční logistiky, dodává přímo výrobcům. Celkově pro Rehau Automotive v rámci České republiky pracuje 900 zaměstnanců, závod v Jevíčku zaměstnává asi 200 lidí, závod v Moravské Třebové dalších 700.

3.1.2. Závod

K jevíčskému závodu se momentálně dostavuje výrobní hala, která výrazně zvýší výrobní kapacitu a vytvoří cca 900 nových pracovních příležitostí.

V hale, kde se nachází mnou řešená montážní linka, je zaměstnáno zhruba 200 zaměstnanců. Ve výrobní hale se nachází technologie pro extruzi, extruzní vyfukování, vstřikování, lakování, montáž a samostatnou logistiku.

Jevíčský závod se nachází 20 km od závodu v Moravské Třebové, obchodní zastoupení se nachází v Praze. Náhled na jevíčský závod viz obr. 6.



Obr. 6: Závod REHAU Automotive s.r.o. Jevíčko [13]

3.1.3. Předmět podnikání

Předmětem podnikání společnosti Rehau Automotive s.r.o. je výroba a prodej plastových výrobků pro automobilový průmysl. V automobilovém průmyslu firma spolupracuje se všemi známými domácími a mezinárodními výrobci aut. K nejvýznamnějším zákazníkům se řadí například tyto automobilky: Škoda, Audi, Porsche, Volvo, Mercedes, BMW, Daimler, Ford, Magna, Nissan, PSA, Renault. Firma má zákazníky jak na evropském, tak asijském, americkém a africkém trhu. Nabízí produkty v oblasti exteriérových částí a systémy těsnění. Konkrétně to jsou tedy např. těsnící profily a systémy vedení vody, viz obr. 7.

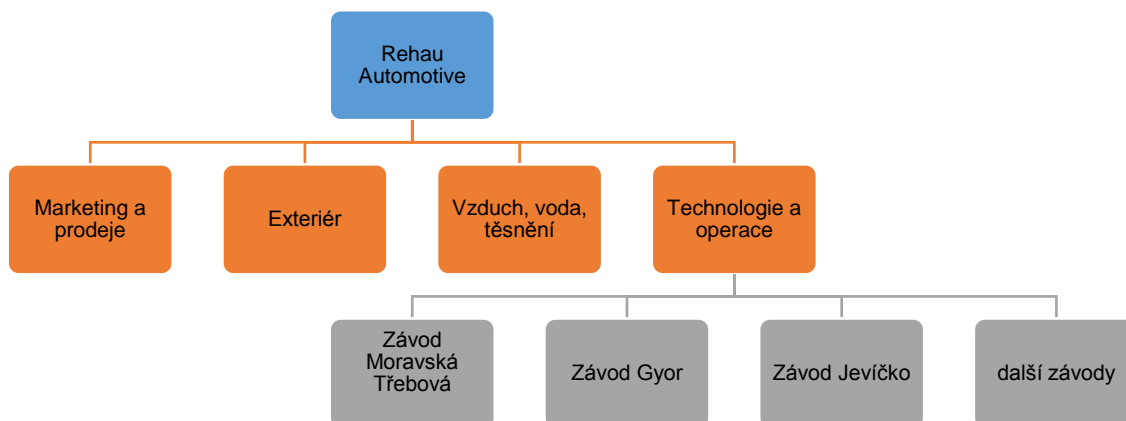
Zajímavostí je, že každé třetí vozidlo vyrobené v Evropě je vybaveno systémovými řešeními právě od REHAU.



Obr. 7: Sortiment REHAU Automotive s.r.o. - vodní systém [11]

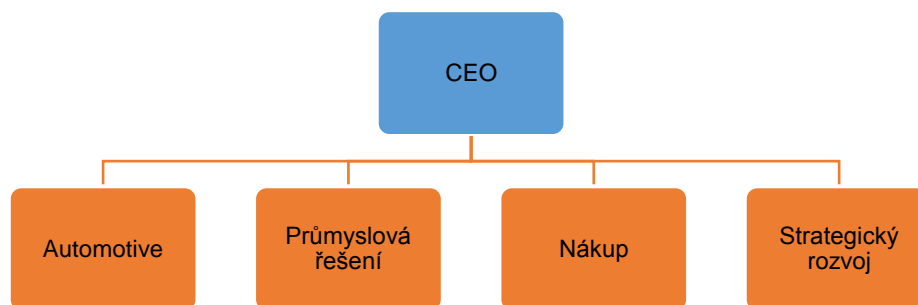
3.2. Organizační struktura

Na obrázku č. 8 je zobrazena zestručněná organizační struktura podniku. Rehau Automotive s.r.o. je společnost s ručením omezeným. Jediným společníkem je Rehau Verwaltungszentrale AG, která sídlí ve Švýcarsku. Během roku 2015 došlo k odštěpení společnosti Rehau s.r.o. od původní společnosti Rehau s.r.o., která se přejmenovala na Rehau Automotive, s.r.o.



Obr. 8: Organizační struktura REHAU Automotive, s.r.o. (Vlastní zpracování dle [11])

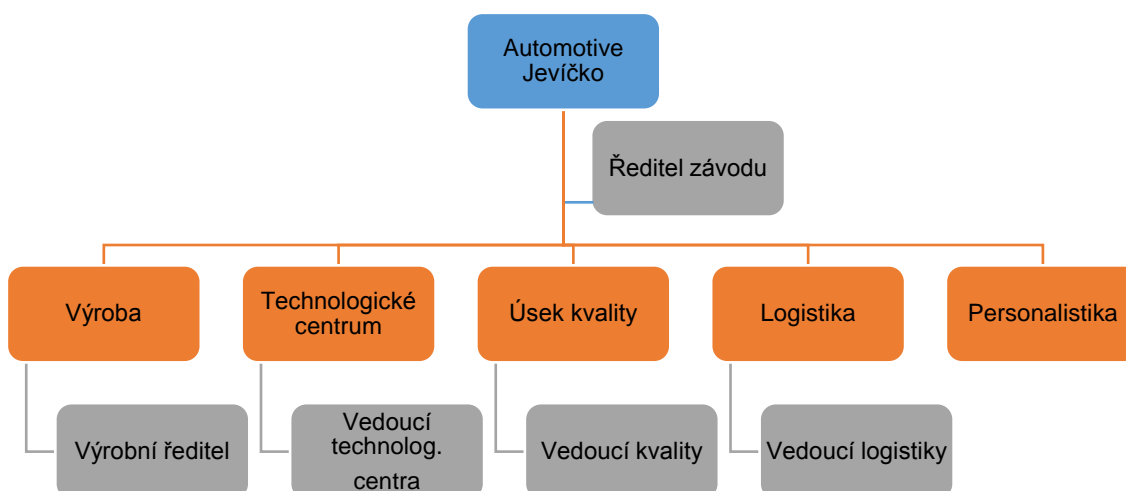
Na obrázku č. 9 jsou zobrazeny vztahy podniku k vyšší organizační jednotce. Kromě Automotive patří do skupiny Rehau také nákup, strategický rozvoj a průmyslová řešení.



Obr. 9: Vztahy REHAU Automotive, s.r.o. k vyšší jednotce (Vlastní zpracování dle [11])

Na obr. č. 10 jsem promítla organizační strukturu jevíčského závodu Automotive a dále popsala pravomoce v jednotlivých úsecích.

..



Obr. 10: Organizační struktura jevíčského závodu (Zdroj: Vlastní zpracování podle [11])

Ředitel závodu

Je zodpovědný za celý chod Automotive závodu Jevíčko. Vytváří strategii, kam má společnost směřovat a jak se má závod utvářet. Zároveň má pod sebou ředitele ostatních úseků, výrobního ředitele, vedoucího kvality, vedoucího technologického centra a vedoucího oddělení logistiky.

Výrobní ředitel

Úkolem výrobního ředitele je řídit, koordinovat a kontrolovat výrobní proces v závodu. Zajišťuje technický a technologický rozvoj společnosti, zároveň se také podílí na tvorbě plánu výroby a stará se o to, aby byl výrobní plán dodržen. Spolupracuje také na strategickém řízení organizace, úzce spolupracuje s ostatními celky a odděleními organizace, implementuje procesy zvyšující výkonnost výroby. Je přímým nadřízeným vedoucích směn a zodpovídá se řediteli závodu.

Obchodní a ekonomický úsek

Obchodní úsek za celou společnost Rehau Automotive s.r.o. sídlí v Praze. Ekonomický úsek nejdříve sídlil také v Praze, ale nedávno byl přestěhován do Polska.

Logistika

Úsek logistiky se zajišťuje činnosti, které se týkají hlavně optimalizace materiálového toku, optimalizace dopravy a optimalizaci skladovacích procesů. Za oddělení logistiky zodpovídá vedoucí logistiky, který má na starosti optimalizaci dodávek materiálu, dopravy, balení a distribuci zboží, surovin a také strojů. Vedoucí logistiky se zodpovídá přímo řediteli závodu.

Úsek kvality

Stejně jako u úseku logistiky, zodpovídá za úsek kvality vedoucí kvality. Ten se zodpovídá také řediteli závodu. Úsek kvality se stará o zkoušky jak vstupní, průběžné, tak výstupní. Vstupní zkoušky jsou prováděny při dodání materiálu, průběžné jsou většinou namátkové a výstupní zase po zhotovení výrobku před expedicí. Úsek kvality sestavuje různé analýzy a vyhodnocuje provedené zkoušky.

K monitoringu a měření procesů, prováděným úsekem kvality, se používají tyto ukazatele:

- objem výroby, objem prodeje
- srovnání výrobků firmy s výrobky konkurenčních firem
- hodnocení dodavatelů
- obrátkovost zásob
- obrátkovost hotových výrobků

- spokojenost zákazníka
- vyhodnocení reklamací

Technologické centrum

Oddělení technologií má také svého vedoucího pracovníka. Toto oddělení zajišťuje přípravu výroby, určuje, zkouší a případně vyvíjí nové technologické postupy, také specifikuje druh materiálu na každý výrobek a množství potřebného materiálu. Pracovníci technologického centra provádí technické zkoušky, vedou související dokumentaci pro sestavování technických podmínek výroby.

Personalistika

Základna personálního oddělení je v závodě v Moravské Třebové, tam také sídlí mzdová účetní pro všechny tři závody na území České republiky. Nábor pracovníků do jevíčského závodu probíhá přímo v Jevíčku. Vedoucí personálního oddělení je také v Moravské Třebové, ten se zodpovídá nadřízenému v Německu.

3.3. Globální analýza podniku

Procesy a standardy Rehau se rozdělují na hlavní, řídicí a podpůrné procesy, viz. obr.11.



Obr. 11: Mapa hlavních, řídicích a podpůrných procesů (Zdroj: Vlastní zpracování dle [11])

3.3.1. Hlavní procesy

Hlavní procesy představují nejdůležitější činnosti přinášející firmě hlavní a přidanou hodnotu.

Mezi dva hlavní procesy vytvářející přímou hodnotu zákazníkovi se řadí výrobní proces a prodejní proces.

Prodej

Prodej (=prodejní proces) je soubor kroků zaměřených na úspěšné uzavření obchodu se zákazníkem.

Prvním krokem prodejního procesu je přijetí zakázky do systému FEDIS Software (=SW). Zakázky jsou přijímány na základě odvolávek. U přijaté zakázky jsou následně zkontrolovány veškeré náležitosti. Informace o zakázce musí obsahovat údaje o

zákazníkovi, druh zboží, cena, počet kusů a předpokládaný termín dodání. Úspěšným zakončením prodejního procesu je zboží převzaté zákazníkem.

Zadání objednávky do systému

Do systému FEDIS SW je zakázka zadávána buď přímo zákazníkem, nebo ji také může zadat manuálně oddělením logistiky, aby byly dodrženy předem sjednané specifikace a termín. V tomto kroku je tak ujasněn druh a potřebné množství materiálu. Potřebné artikly, což jsou potřebné díly pro výrobu. Na základě odvolávek se ve FEDIS SW rozpadnou na kusovníky a pro všechny výrobky se načítají potřeby materiálu. Dokumentace výrobků je uložena v závodě ve Švýcarsku, odkud se následně objednává materiál.

Nákup zboží od dodavatelů

O včasné materiálové zabezpečení výroby se stará provozní kancelář, která je součástí logistiky, konkrétně referentka nákupu. Ta je zodpovědná za evidenci a nákup materiálu, surovin, obalových jednotek a balícího materiálu. Provozní kancelář se také stará o vystavení týdenního a měsíčního plánu výroby, vytížení výroby (=Auslastung) a 3. měsíčního výhledu vytížení výroby (=Vorschau). Zboží je objednávání v časovém předstihu tak, aby bylo zajištěno před zpracováním provést nezbytné zkoušky vstupní kontroly.

Systém doobjednávání zboží je zadán buď automaticky zákazníkem, nebo manuálně provozní kanceláří. Po zapojení na automatické odvolávání se potřeby z FEDIS SW přenášejí do programu New Look, ze kterého jsou následně posílány do SAPu do Švýcarska. V případě manuálního zadávání se materiálové potřeby přenášejí do programu New Look ručně referentkou nákupu. Ve Švýcarsku je zastoupení firmy, které archivuje dokumentaci minulých spotřeb, u které je také nastavená pojistná zásoba výroby.

Při využití manuálního systému doobjednávání zboží je tento proces vykonáván referentkou nákupu.

Plánování přepravy hotových výrobků k zákazníkovi

Na základě hotových výrobků na skladě je zajišťovaný odvoz hotových dílů přímo k zákazníkovi. Zákazník si buď zařídí dopravní firmu sám, nebo je doprava objednána přímo Rehau, záleží na nasmlouvaných dodacích podmínkách – incoterms.

Incoterms je zkratka pro anglický termín International Commercial Terms. Je to sada 11 pravidel, které definují, kdo za co během mezinárodních transakcí zodpovídá. Pokrývají povinnosti, náklady i rizika, které jsou přítomné během přesunu zboží od výrobce ke kupujícímu. V jevičském závodě se využívají hlavně dvě z těchto pravidel. Jedním z nich je pravidlo Ex-works (=EXW), kdy kupující zodpovídá téměř za všechny náklady a rizika, kupující má ke zboží přístup, riziko se přenáší z prodávajícího na kupujícího na libovolném místě, kde je zboží vyzvednuto. Pokud platí podmínka EXW, pracovník odbytu objedná přes zákaznický portál počet palet, který potřebuje vyzvednout.

Druhé využívané pravidlo je pravidlo Delivered At Place (=DAP), kdy prodávající zodpovídá za všechny náklady a rizika související s přepravou na dohodnutou adresu. Zboží je doručeno až v moment, kdy je na dané adrese a připravené k vyložení. Pokud platí podmínka DAP, pracovník odbytu objedná auto u smluvního dopravce podle počtu palet.

Výroba

Jedním z nejdůležitějších procesů v závodě je výroba (=výrobní proces). Dochází zde k působení výrobních faktorů.

Výsledkem tohoto procesu je hotový výrobek. Výrobní proces se skládá z několika fází – předvýrobní, výrobní, odbytová. Všechny tyto fáze pokrývají životní cyklus výrobku. V závodě je využíván tahový systém řízení materiálového toku (= systém pull). Existuje několik různých druhů výrobního procesu a typů výroby.

V jevičském závodě, konkrétně na lince Nassarm, dochází k výrobě zejména 2 typů výrobků:

- standardní výrobky – plánovaná výroba, na tento typ výrobků se soustředí má práce
- náhradní díly v malém množství – tento typ výrobků není v práci řešen, protože se vyskytuje v malém, téměř žádném množství

Všechny specifikace ohledně výrobků a procesů výroby jsou obsaženy ve výrobní dokumentaci a plánech výroby, které jsou zpracovávány vedoucím vývoje a pracovníkem kvality.

Výrobní dokumentace je vytvořena zákazníkem a umístěna v závodě ve Švýcarsku.

Výrobní dokumentace obsahuje produkční mapu a výrobní příkaz. Produkční mapa je také umístěna na každém pracovišti.

Součástí produkční mapy jsou:

- balící předpisy – jak a co balit
- reklamace – postup při reklamačním řízení, systém eskalace
- AK – návodka (= Arbeitskontrol-anweisung) – pracovně-kontrolní návodka
- procesní parametry
- A – návodky (= Arbeits-anweisung) – pracovní návodka – průběh pracovního procesu
- výkres výrobku
- layout – půdorys pracoviště
- klíč druhů časů – časy vztahující se k výrobě a konfekci (=montážní časy)
- ostatní – odběr vzorků pro laboratoř, zkušební předpis

Součástí plánů výroby jsou dokumenty, týkající se:

- evidence výrobních zakázek, plán zakázek
- monitorování a koordinace zakázek
- plánování objednávek
- kalkulace zakázek
- dostupnost zásob
- dokumenty probíhajících, plánovaných a dokončených zakázek
- výrobní plány – dlouhodobé, střednědobé, operativní

Vedoucí vývoje zastřešuje oddělení vývoje, které optimalizuje konstrukční postupy a řešení, spolupracuje s vedoucím kvality při náběhu nového výrobku, navrhuje nápravné nařízení v případě interních reklamací. Zabezpečuje také kvalitu komponentů během výrobního procesu. Vedoucí kvality odpovídá za provedení předepsaných zkoušek, dodržení cílů kvality hotového výrobku, zdrojů a vybavení, způsobů validace, tak i kritérií přijatelnosti.

Výdej a odbyt

Do odbytu řadíme činnosti, jejichž cílem je zajistit prodej výrobku na trhu a dodání odběrateli. Mezi činnosti odbytu patří např. plánování odbytu, vyřizování reklamací, skladování, fakturace, expedice, marketingové činnosti, evidence prodeje, atd.

Sestavování zásilek pro výdej se provádí podle následujícího zadání:

- nejstarší vyrobené zboží se dostává k expedici nejdříve (FIFO), což určuje systém informační systém LAWI
- čísla dílů a množství musí odpovídat dodacímu listu
- všechny expediční etikety na odesílaných paletách musí být překontrolovány skenerem

O proces výdeje odpovídá referent odbytu, skladník a řidič jsou účastníky tohoto procesu. Referent odbytu vytváří dodací list na základě odvolávek od zákazníka, posílá expediční příkaz skladníkovi, připravuje expediční etikety a vystavuje dodací listy, vystavuje faktury, sleduje odvolávky a zakázky, potvrzuje dodávky v přepravním listu CMR.

Skladník vychystává expedici podle expedičních příkazů, provede polepení LAWI etiket (etikety vytištěné ze systému LAWI) a skenování, které je přenášeno do programu LAWI. Provede nakládku a potvrdí expedici skenerem. Tím, že skladník potvrdí expedici skenerem, je zboží vyskladněno ze skladu. Následně se uzavírá proces exportu a zákazník je o tomto procesu informován pomocí Versant modulu systému LAWI (Versant Object Database)

Řidič si vyzvedne potřebné dokumenty, jako je daňový doklad, nákladní formulář CMR, doklad o rozměrech, dodací list. Od každého typu dokumentu potvrdí jednu kopii, doplní informace o SPZ, datum a podepíše. Originály těchto dokumentů jsou zakládány v kanceláři odbytu do šanonu. Zboží je vyexpedováno.

3.3.2. Řídící procesy

Zahrnují především koncepcie podporující obchodní administrativu (vedení podniku, vedení inovací, vedení bezpečnosti a životního prostředí, vedení kvality, CIP – Continuous Improvement Process), definování strategických cílů podniku, plánování a kontrolu. O chod těchto procesů se stará vedení společnosti, v jehož zájmu je dosažení co nejvyšší kvality všech procesů v podniku. Ve firmě tak dochází k analýze jednotlivých

pracovišť, měření výkonnosti a sledování jednotlivých procesů. V zájmu vedení společnosti jsou neustálé inovace a optimalizace hlavních a podpůrných procesů.

3.3.3. Podpůrné procesy

Podpůrné procesy vytvářejí podmínky pro bezchybné řízení hlavních a řídicích procesů (IT systém, legislativa, finance a účetnictví, nákup, HR)

Personalistika

Personalistika celkově zajišťuje následující činnosti: plánování počtu zaměstnanců, zajišťování pracovníků, péče o pracovníky a jejich kvalifikační růst, tvorba pracovních podmínek a odměňování.

V současné době se zde, v závodě v Jevíčku, vyskytuje cca 200 zaměstnanců. Podnik získává nové pracovníky buď výchovou vlastního dorostu, nebo nábořem pracovníků. Spolupracuje se Středním odborným učilištěm ve Svitavách, kde je zajišťováno přímo studium pro budoucí zaměstnance. Firma vypisuje výběrová řízení na různé pozice, o otevřených pozicích je možné se dozvědět i např. na nástěnce u vchodu do závodu. Dále také využívají služeb různých pracovních agentur. Rehau Automotive nabízí i stáže pro studenty technických oborů jak na území ČR, tak i v Německu. Dále firma organizuje tzv. Den pro region, kdy zaměstnanci mají možnost se realizovat v neziskových organizacích po dobu jednoho dne.

Jako nástroj pro objektivní měření výkonu zaměstnance používá firma hodnocení (=Beurteilung). Hodnotí se po 6. měsících a dále jedenkrát za rok.

Proškolení pracovníků

Všichni zaměstnanci absolvují po nástupu dvoudenní školení. První den probíhá školení BOZP, personální seznámení se zaměstnanci oddělení, informace ohledně benefitů, propustek, dovolené, seznámí se také s učilištěm ve Svitavách, se kterým Rehau spolupracuje. Školení se také týká GDPR a se systémem nulových chyb a zlepšovacích námětů. Druhý den mají školení kvality a následuje školení ohledně štíhlé výroby.

Proces skladování

Skladník je zodpovědný za kontrolu dodávky od dodavatele, kterou kontroluje pomocí dodacího listu. Kontroluje tak, jestli bylo doručeno správné množství a druh dodávky. Poté je dodávka uložena do skladu. V případě, že doručená dávka neodpovídá objednávce je zboží i tak složeno v závodě. Pokud neodpovídá množství dodávky, postup je následující: na CMR formulář se vloží poznámka, že zboží není kompletní, poté začne reklamační řízení řešit referent nákupu.

V případě poškození zboží se postupuje stejně, reklamační řízení řeší také referent nákupu. Dodací listy jsou archivovány v provozní kanceláři. Přijatý materiál je skenován, automaticky probíhá tisk LAWI etiket, které slouží k identifikaci zboží. Tisk probíhá v kanceláři logistiky, následně jsou etikety umístěny skladníkem na zboží. Provedení vstupní kontroly spadá mezi kompetence pracovníka kontroly, který fyzicky zkontroluje jak množství, tak stav materiálu.

Je dbáno, aby materiál ve skladu byl uložen takovým způsobem, aby nedošlo k poškození nebo znehodnocení. Místa ve skladu jsou součástí skladového plánu, který je generován systémem LAWI, jsou v něm vyhrazeny buňky pro ukládání materiálu. Ten je doplněn štítkem množstvím, názvem materiálu a datem příjmu.

Ostraha a úklid podniku

Nábor zaměstnanců úklidu a ostrahy zastřešuje agentura Atalian, pracovníci tedy uzavírají pracovní smlouvu přímo s agenturou, která má nasmlouvané podmínky s Rehau.

Ekonomika a účetnictví

Mzdová účetní sídlí Moravské Třebové, ta má na starosti mzdy pro všechny Rehau závody na území České republiky, tedy Jevíčko, Moravskou Třebovou a i obchodní zastoupení v Praze. Oddělení fakturací a účetnictví sídlí v Polsku.

Správa informačních a komunikačních technologií (=ICT)

Ve firmě se pracuje s mnoha softwary, každé oddělení využívá jiný, některé mají společné. Pro interní komunikaci používají interně vyvinutý software. Například oddělení logistiky pracuje se softwary Fedis – databáze odvolávek, LAWI – program skladového

hospodářství, EVFPlus – plánování výroby a statistika., IRIS (Integriertes Reklamation Informations System) – integrovaný informační systém o reklamacích

Ve firmě se také vyskytuje hardware, jako jsou počítače, notebooky, tiskárny, skenery, telefony, mobily a jiná zařízení, sloužící pracovníkům k vykonávání práce. O chod a správu IT majetku se stará firemní správce IT, který zároveň eviduje softwarové i hardwarové vybavení firmy. Tento majetek firmy je třeba evidovat pro pravidelné vytváření auditu.

Doprava

Doprava se dělí na interní a externí. Interní je v rámci závodu. K externí dopravě jsou využívány buď kamiony Rehau, nebo kamiony nasmlouvaných dopravních firem. Při výběru externí dopravy záleží na smluvních podmínkách se zákazníkem.

BOZP

Každý pracovník je poučen o bezpečnosti na pracovišti. Firma se snaží témata pro bezpečnost řešit při výskytu již od počátku, např. bezpečnostním křížem, aby veškeré zdroje nebezpečí minimalizovali, nebo úplně eliminovali. Pracovníci na dílnách používají pracovní oděvy a ochranné pracovní pomůcky. Provádí se také pravidelné školení o bezpečnosti a požární ochraně, např. řidiči vysokozdvížných vozíků musí být způsobilí pro práci s nimi. Po dílně se lidé musí pohybovat po vyznačených cestách (zelené značky na zemi), manipulační vozíky jsou vybavené světlem, informujícím o jízdě vozíku. Ke každému materiálu nebo chemické látce je vystaven tzv. bezpečnostní list, ve kterém je uvedeno, jak s materiálem zacházet.

Podnik se dále řídí dle interních a externích předpisů. **Interní** předpisy si určuje podnik sám, řídí se systémem RRP – REHAU RULES AND PROCEDURES.

Tento systém zahrnuje:

- základní firemní principy – firemní kultura, etický kodex (protikorupční směrnice Rehau)
- ustanovení týkající se značky Rehau

Naopak **externí** předpisy vychází z nutných právních předpisů a spadají mezi ně různé ISO normy, např. ISO/TS 16 949 – použita v jen v Automotive. Systém dokumentace je tvořen zaměstnaneckými kodexy – najdeme zde závazná pravidla chování pro všechny

zaměstnance Rehau a základní hodnoty, které jsou vyjádřeny v podnikové kultuře, příručkou kvality, organizačními předpisy a instrukcemi. Důležitou součástí Rehau podnikové kultury je personální koncept, který se skládá ze tří pilířů:

- výkon – férové podmínky pro všechny zaměstnance, možnost osobního rozvoje nezávisle na vzdělání, systém hodnocení a testů
- nezávislost – rodinný podnik nezávislý na kolísání akciového trhu, orientovaný na středně a dlouhodobé cíle
- přímá komunikace – systém přímého vedení a komunikace zaměstnanců s nadřízenými a vedením společnosti

Dále se podnik řídí normami pro bezpečnost a životní prostředí. Dbá na recyklaci materiálů, třídění odpadů a pravidelné školení o bezpečnosti.

3.4. Detailní analýza montážní linky Nassarm

Detailní analýzu a následný návrh jsem zaměřila na montážní linku Nassarm. Tato montážní linka je sestavena celkem z devíti montážních pracovišť, layout tohoto pracoviště je uveden v příloze č. 1.

3.4.1. Popis pracoviště

V následující kapitole popíšu halu a pracoviště, o kterém tato práce pojednává.

Pracoviště Nassarm je umístěno ve výrobní hale číslo 3, která disponuje rozlohou 1620 m². Na obrázku č. 12 je zobrazen layout haly, na pravé polovině je vidět uspořádání montážní linky Nassarm.

Pracoviště má délku 12,9 metrů a šířku 10,7 metrů. Dochází zde celkem k devíti pracovních krokům, během kterých je vyráběno 18 různých variant produktu. Konkrétně se zde kompletují systémy vyhřívaných trysek ostříkovačů.

V rámci analýzy jsem se zaměřila na artikl 98007. Tabulka č. 2 obsahuje vyráběné artikly, mnou vybraný artikl je podbarven zeleně.

Všechny artikly mají stejný výrobní postup, liší se jen v použitém materiálu a rozměrech, tudíž i výrobní kapacita je pro všechny téměř stejná. Jelikož se na této lince vyrábí jak

pro evropský, tak i anglický trh, je nutné vyrábět různé varianty. Stručné vysvětlivky pro tabulku jsou: RL – řízení UK

BFS – strana spolujezdec

LL – řízení Evropa

FS – strana řidiče

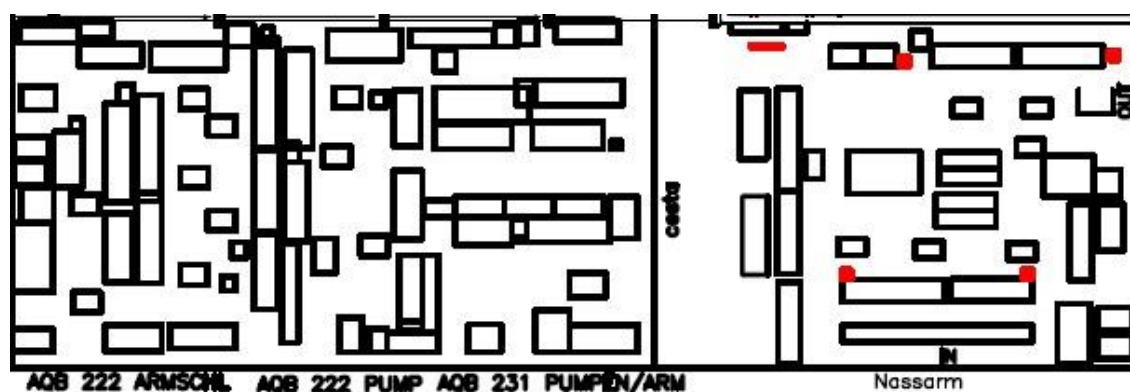
1,2 – pozice uložení hadice

Podle tabulky č. 2 je tedy známo, že výrobek, který byl vyráběn v době měření je produkován pro evropský trh a je umístěn na straně řidiče. Vysvětlivky korespondují i k rozpoznání hadic, potřebných k výrobě.

Tab. 2: Část artiklů vyráběných na lince Nassarm (Zdroj: Vlastní zpracování podle [11])

Název	Varianta	Art. Číslo	Název hadice
AU651	LLFS	98007	AU651 LLFS1_RLFS2
			AU651 LLFS2_RLFS1
AU651	LLBFS	98008	AU651 LLBFS1_RLBFS2
			AU651 LLBFS2_RLBFS1
AU651	RLFS	98009	AU651 LLFS1_RLFS2
			AU651 LLFS2_RLFS1
AU651	RLBFS	97598	AU651 LLBFS1_RLBFS2
			AU651 LLBFS2_RLBFS1

Doba potřebná k montáži a kompletaci jednoho artiklu se liší, záleží na zaškolení pracovníků, toku materiálu a době prostoje.



Obr. 12: Mapa haly [11]

3.4.1. Postup montáže

Plán na výrobu je tvořen na základě odvolávek ze systému. Ty se buď do systému zadávají automaticky od zákazníka, nebo manuálně na oddělení logistiky. Plán výroby je poté přichystán na pracovišti, kde je podle něj objednáván potřebný materiál. Ještě před začátkem směny se rozdělí vedoucí směny pracoviště montážním dělníkem. Ty si pak podle potřeby doobjednají materiál přes LAWI terminál, který je na každém pracovišti a materiál je následně přepraven ze skladu na pracoviště. Pokud materiál dojde během směny, dochází průběžně k doobjednání.

Po objednání materiálu je potřeba před zahájením výroby pracoviště připravit a jistit se, že je vše v pořádku. Veškeré stoly a výrobní zařízení je třeba před zahájením práce zprovoznit a uvést do základní pozice. Strojní připravenost a potřebné nastrojení je uvedeno v návodce pro seřizovače. Nádoby pro odpad musí být vyprázdněny a umístěny zpět u stroje, pracovní prostor, přístupové cesty a místo pro materiál musí být volné. Na základě výrobního příkazu LFZ je třeba objednat veškeré suroviny a obalový materiál. Obsluha musí mít připravenou kontrolní měрку dle kontrolní návodky a měřícího protokolu.

Výrobní program na montážní lince je tedy sestavován na základě odvolávek ze systému, který se pravidelně aktualizuje. Po naskladnění materiálu již dochází k montáži a kompletaci výrobku. Jednotlivé kroky montáže jsou rozepsány níže v této kapitole. Podobně, jen podrobněji, mají postup montáže ve formě návodky k dispozici pracovnice u každého montážního stolu.

Po ukončení a zabalení výrobků následuje expedice. Výrobky jsou baleny v posledním kroku přímo na pracovišti, podle balícího předpisu. Je třeba zajistit, aby se výrobek v ideálním případě nepoškodil, než dojde k zákazníkovi. Bedny s výrobky jsou označeny LAWI etiketou a následně jsou odvezeny na sklad. Tam se již referent odbytu společně se skladníkem a dopravní společností podílí na vyexpedování zboží podle předem nasmílovaných podmínek.

Pokud při výrobě vznikne porucha, povolá vedoucí směny seřizovače, který se ji snaží v co nejkratším opravit, aby nedocházelo k prostojům. V případě, že seřizovač není schopen dát stroj do původního stavu, je porucha zaznamenána a řeší ji tým údržby.

V závodě dochází také k pravidelné údržbě, která se koná v předem stanovených, pravidelných intervalech. Na pracovišti a výkonu práce jsou potřeba také různé

bezpečnostní ochranné pomůcky. O ty se stará bezpečnostní technik, který také kontroluje, zda-li je bezpečnost práce dodržována.

Pracovní krok č. 1 – laser

Během prvního pracovního kroku dochází k vypálení děr laserem a vypálení QR-kódu na hadičky. Je potřeba hadičky správně nasunout, to můžeme zkontrolovat pomocí signalizace modrého světla. Poté je nasunuta levá i pravá kazeta s hadičkami a proces vypalování a tisku ze spustí.



Obr. 13: Nasunuté kazety pro vypálení děr [11]

Pracovní krok č. 2 – zalisování hadiček na trysku, montáž koncovek

Na tomto pracovišti dochází k montáži trysky, zkrácení hadiček, montáži průchodky a montáži koncovek. Po založení trysek a hadiček dle návodky jsou hadičky naraženy na trysku a následně zkráceny na potřebnou délku, tady nám vzniká také zastříhnutý odpad. Díl je v tomto kroku odložen na stojan.



Obr. 14: Zkrácené hadičky na potřebnou délku [11]

Pracovní krok č. 3 – protažení topného drátu, doplnění těsnění

V tomto kroku probíhá montáž topného drátu a doplnění těsnění. Díl je založen do přístroje dle návodky, umístí se zde 2ks těsnění pomocí jehly, drát je následně protažen nejdříve první, poté i druhou koncovkou.



Obr. 15: Díl s provlečeným drátem [11]

Pracovní krok č. 4 – instalace zátek

Zde dochází k nasazení plastové koncovky na trysku, doplnění 2 + 2 ks gumových těsnění. Díl je založen do přístroje, který pomocí hrotů narazí 2 ks těsnění do otvorů, poté se ručně zasune drát a ručně nasadí krytka a jsou navlečeny 2 + 2 ks gumiček, kterými jsou následně protaženy dráty.



Obr. 16: Doplnění gumových těsnění [11]

Pracovní krok č. 5 – krimpování, odizolování drátu

Zde pracovníce pracuje s krimpovacím stolem, kde dochází k odizolování drátu a nakrimpování koncovek. Konec drátu se musí odizolovat a následně nakrumpovat konektor.



Obr. 17: Krimpování konektoru [11]

Pracovní krok č. 6 – smršťování

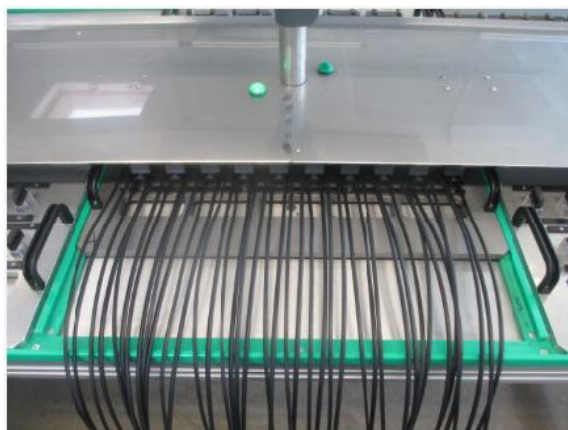
V tomto kroku se zatavují bužírky. Před zatavením posuneme bužírku přes krimp, založíme do přístroje a po ukončení operace díl odložíme.



Obr. 18: Odložení dílu po zatavení [11]

Pracovní krok č. 7 – nanášení lepidla

Zde jsou trysky zalívané lepidlem. Kazeta s díly je uložena do stroje, spustí se zalití trysky lepidlem. Po zalití je kazeta vložena do stolu a nechá se zde 10 minut odležet, aby lepidlo ztvdlo. Až po vytvrdnutí je možné odebrat díly pro další operaci.



Obr. 19: Tvrdnutí lepidla [11]

Pracovní krok č. 8 – kontrola a omotání páskou

Na tomto pracovišti je prováděna konečná montáž, páskování, potisk a kontrola odporu drátu. Během kontroly odporu je díl založen do upínáku, průchodka je umístěna do pozice a stecker je zapojen. Po boční straně se nachází panel, který nám zobrazí výsledek měření odporu. Pokud je změřený odpor v toleranci, výsledná hodnota je zobrazena v zeleném poli panelu, následně dojde k potisku hadičky dle vyráběného výkresu. Pokud je změřený odpor mimo toleranci, výsledná hodnota je zobrazena v červeném poli. Následně nedojde k potisku hadičky a hadičku je třeba vyhodit. Změřené hodnoty jsou automaticky

ukládány na server. Po změření odporu je třeba provést zapáskování, kdy drát se páskuje na horní stranu hadičky, dle ukázky v návodce.



Obr. 20: Kontrola odporu [11]

Pracovní krok č. 9 – doplnění ramínka stěrača, balení

V posledním kroku dochází k doplnění ramínka stěrača a balení. Na obrázku č. 21 a 22 vidíme detail správně namontovaného ramínka a správnou kompletaci a balení, které je určeno balícím předpisem.



Obr. 21: Detail ramínka stěrača [11]



Obr. 22: Díly zabaleny dle balícího předpisu [11]

Pokud výroba nepokračuje další směnou, je potřeba stroje vypnout. Pouze stroj pro plnění trysky lepidlem se nevypíná, protože se lepidlo musí stále míchat.

Při poruše na zařízení je kontaktován příslušný seřizovač, v případě přetrvávající poruchy je informován mistr, poruchy na stroji jsou řešeny pouze proškoleným a odborným personálem.

Pracovní doba

Pracovní směna má 8 hodin, provoz linky je třísměnný, pracovníci mají 30 minut přestávku, čistý čas práce je tedy 7,5 hodiny.

Pracovnice se 15 minut před začátkem směny setkají u informační tabule s vedoucí směny, který operativně rozplánuje pracovníky k montážním stolům. Pracovník má u linky LAWI terminál, na kterém si objedná podle plánu výroby materiál k výrobě, někdy dochází k doobjednávání i během směny.

3.4.2. Řízení procesů na operativní úrovni

V této kapitole jsem rozdělila hlavní a vedlejší procesy montáže. Řízení procesů na operativní úrovni má za úkol rozpracování taktických postupů do podmínek výroby.

Vedlejší procesy montáže

V oddělení montáže nedochází pouze k montáži, ale probíhá zde také plánování zajištění polotovarů, odvezení hotových výrobků na sklad, dohled na bezpečnost pracoviště při montáži a následné kontrolní operace.

Hlavní procesy montáže

Při procesu montáže patří mezi hlavní cíle efektivní a bezchybná provedená montáž, následné balení výrobků a plnění plánu.



Obr. 22: Řízení procesů na operativní úrovni (Zdroj: Vlastní zpracování podle [11])

Za rozvrhnutí pracovišť montáže zodpovídá vedoucí směny, který si předem dle rozpisu směn a pracovníků zpracuje plán, na které pracoviště přidělí jakého pracovníka. Je třeba dbát na řádné proškolení pracovníka, aby důkladně znal pracoviště, na které je přidělen. Za zajištění materiálu, objednání potřebného množství artiklů přes LAWI terminál, montáž a balení zodpovídá pracovníce.

Za odvoz výrobků na sklad je zodpovědný skladník. O údržbu a opravy se stará seřizovač a oddělení údržby.

Bezpečnostní pracovník kontroluje dodržování bezpečnostních předpisů na pracovišti.

3.4.3. Časový snímek montážní linky

V příloze č. 1 jsou rozepsány jednotlivé montážní pracoviště na lince. Také jsou zde vyobrazeny pracovníci a jejich procentuální podíl lidské práce oproti práci strojní. To znamená, kolika procenty se pracovníci podílí na dokončení jednotlivých pracovních kroků. V příloze č. 1 je také znázorněno rozmístění pracovníků, včetně jejich určených výrobních kroků. Můžeme si zde povšimnout, že například pracovníci číslo 1. se věnuje jak laseru, tak i balení.

V příloze č. 1 je také obsažena reálná doba výkonu, kterou jsem naměřila během provozu. Reálný čas vyhotovení jednoho výrobku je 249 sekund. Podle kapacitního propočtu by měl být ale nižší, proto se budu snažit o optimalizaci.

3.4.4. Vypočtený takt-time linky

Výroba by měla splňovat kapacitu 73 125 ks výrobků ročně. Pro výpočet taktu linky jsem si zvolila modelovou zakázku o objemu výroby 555 ks denně.

Výroba na lince Nassarm je třísměnná a je rozvrhnuta do 130 dnů v roce. Během osmihodinové pracovní směny je nutno počítat s přestávkou o délce 30 minut. Do této přestávky je započítán i čas, který je potřeba na přípravu strojů. Standartní délka pracovní doby je tedy 7,5 hodin na směnu. Výpočet disponibilního časového fondu je proveden níže:

$$DČF = (7,5 * 60 * 3 * 130)$$

$$DČF = 175\,500 \text{ min / ročně}$$

$$DČF \dots \text{ disponibilní časový fond [min]}$$

Výpočet takt time:

$$TT = \frac{DČF \text{ [min]}}{\text{kapacita [ks]}}$$

$$TT = \frac{175\,500}{73\,125}$$

$$TT = 2,4 \text{ minuty} * 60 = 144 \text{ sec}$$

Z tohoto výpočtu vyplývá, že výrobní linka má dokončit každých 144 sekund jeden kus, aby bylo ve firmou daném časovém rozmezí vyrobeno právě požadované množství.

3.5. Analýza úzkých míst

V této kapitole jsem popsala časové kapacity pracoviště a určila úzká místa, která je třeba optimalizovat pro dosažení co nejlepšího výsledku.

3.5.1. Modelová zakázka

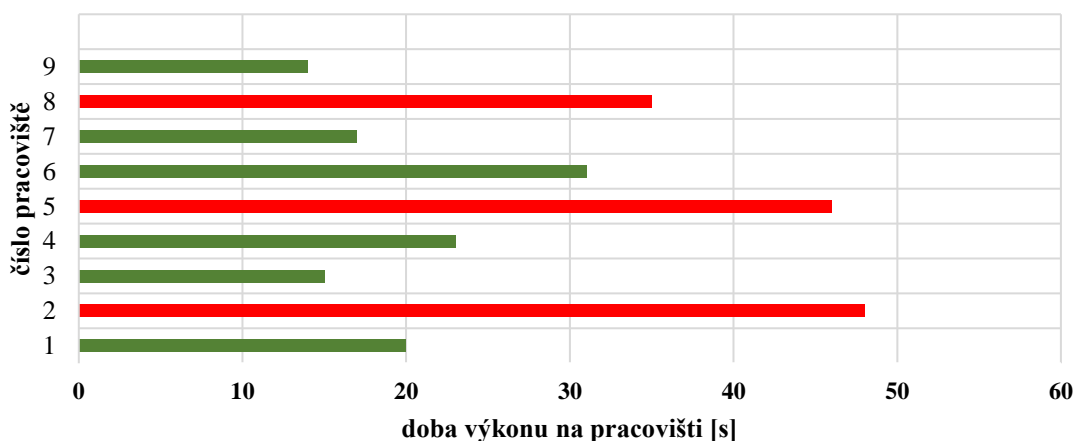
Abych byla schopná provést měření reálných časů a tak nalézt úzké místo, musela jsem počkat, až bude linka v provozu, podle rozpisu. Měření jsem prováděla během směny,

kdy se na lince vyráběl artikl číslo 98007. Přesné údaje a časový snímek výroby se nachází v příloze č. 1.

Během výpočtu takt-time v kapitole 3 4.4 jsem zjistila, že linka by měla vyrábět asi 185 ks za směnu, což je 555 ks za den. Podle mnou změřených hodnot je takt time 249 sekund (viz. příloha č. 1), linka tedy vyrábí asi 110 ks za směnu, 330 ks za den.

Dle výrobních plánů, sestavovaných na nadcházející rok, jsem znala roční výrobní kapacitu linky. Časy na pracovištích jsou zobrazeny ve sloupcovém diagramu na obr. 25. Červeně vyznačená jsou úzká místa. Právě na těchto pracovištích dochází nejvíce k poruchám a prostojům.

Diagram vytížení linky



Obr. 23: Diagram vytížení pracovišť (Vlastní zpracování podle [11])

V diagramu na obr. 23 je zřetelně vidět, že úzká místa se nachází na třech pracovištích. Na pracovišti číslo 2, 5 a 8. Na tato pracoviště jsem se zaměřila při analýze procesu. Zde také dochází nejčastěji k poruchám, nebo k nevyváženému toku materiálu. Celý výrobní proces se tak zpomaluje a důsledkem je nenaplněná kapacita následujícího pracoviště z důvodu vzniku čekacích dob.

V následujících kapitolách budu analyzovat jednotlivá pracoviště. Pro větší přehlednost jsem vytvořila tabulky a barevně jednotlivá pracoviště rozlišila:

- pracoviště č. 2 – zelená
- pracoviště č. 5 – oranžová
- pracoviště č. 8 - červená

3.5.2. Analýza pracoviště č. 2

Na tomto pracovišti provádí úkon jedna pracovnice.

Po vypálení děr a QR-kódu na hadičky je polotovár předán na toto pracoviště. Zde dochází k montáži trysky, zkrácení hadiček, montáži průchodky a montáži koncovek. Po založení trysek a hadiček dle návodky jsou hadičky naraženy na trysku a následně zkráceny na potřebnou délku, tady nám vzniká také zastříhnutý odpad. Díl je v tomto kroku odložen na stojan.

Práce na tomto pracovišti je z 80% automatizována (viz. příloha č. 1). Pracovnice založí trysky a hadičky podle návodky a následně je spuštěn stroj, který je naráží na trysku.

V tabulce č. 3 jsou promítnuty délky a výskyt poruch, ke kterým na tomto pracovišti dochází.

Tab. 3: Výskyt poruch na pracovišti č. 2 (Zdroj: Vlastní zpracování)

porucha	délka poruchy [s]	četnost poruchy za směnu	celková doba za směnu [s]	% podíl všech poruch
nefunkční kamera	29	10	290	27,1
nahromaděný materiál	15	13	195	18,2
porucha QR-čtečky	25	14	350	32,5
chybný polotovar	1200-1800	0,05	80	7,5
zaseknutí polotovaru	12	2	24	2,3
nedostatek materiálu	180	0,4	72	6,8
údržba	1200	0,05	60	5,6
celkem			1071	

U údržby je uveden výskyt za směnu 0,05 za směnu, tzn., že pravidelná údržba se provádí v týdenních intervalech. Kdyby se však čas rozpočítal na každou směnu, zabere údržba asi minutu za směnu. Chybný polotovar se podle změřených hodnot také vyskytuje zhruba 1x týdně. Zhruba jednou za dvě směny dojde k nedostatku materiálu.

Celková doba poruch na pracovišti č. 2 je v posledním řádku tabulky, tedy 1071 sekund. Jak již víme, čistý pracovní čas směny je 7,5 hodiny, tudíž 27 000 sekund.

Po propočtu zjistíme, že již u tohoto pracoviště nám vznikají poruchy, které zaberou cca 5 % čistého času směny, což je cca 18 min.

Poruchy na všech pracovištích se řeší následujícím způsobem: v případě vzniku poruchy je operátor povinen chybu oznámit vedoucímu mistrem do 10 minut. Pokud mistr neodstraní problém do 30 minut, provede záznam do reportu a oznámí poruchu zodpovědným osobám – logistika, údržba, oddělení kvality a technické oddělení. Přichází technik, který se pokusí poruchu opravit do 60 minut. V případě trvání poruchy je povolán vedoucí směny.

Pokud není porucha vyřešena vedoucím směny do 60 minut, znamená to, že problém je vážný, je informován vedoucí výroby, vedoucí logistiky a ředitel závodu. Porucha bude řešena managementem.

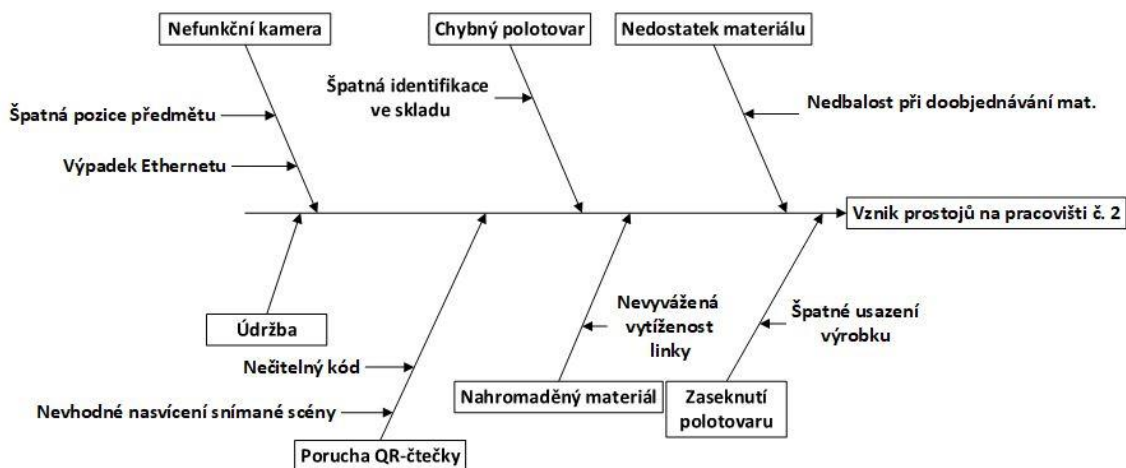
Pokud se podaří vedoucímu směny poruchu opravit, i tak informuje vedoucího výroby a jsou zajištěny údaje pro nápravné opatření.

Podle tabulky č. 3 můžeme vidět, že nejčastější poruchou na tomto pracovišti je nefunkční QR – čtečka. Ta má za úkol číst QR-kód, vytištěný laserem v předešlém kroku. Když kamera není schopna kód identifikovat, začne svítit červené signální světlo a krok se musí opakovat do doby, dokud jej čtečka nenačte.

Průběžným testováním se ale zjistilo, že čtečka funguje správně, avšak přístroj, ve kterém je polotovar umístěn, může při nasvícení z určitého úhlu tvořit odraz, proto čtečka není schopna kód přečíst.

Je zde také umístěna kontrolní kamera, která skenuje správné naražení hadičky na trysku. Při vadném naražení se rozsvítí červené signalizační světlo. Pokud je tento krok proveden správně, je polotovar odložen na stojan, odkud si jej převezme pracoviště dalšího montážního stolu.

Vytvořila jsem Ishikawa diagram příčin vzniků prostojů na tomto pracovišti, který je zobrazen na obr. 24.



Obr. 24: Ishikawa diagram příčin vzniků prostojů na pracovišti č. 2 (Zdroj: Vlastní zpracování)

3.5.3. Analýza pracoviště č. 5

Na tomto pracovišti dochází k odizolování drátu a nakrimpování koncovek. Celý tento krok je tedy prováděn na krimpovacím stole. Konec drátu je mechanicky odizolován a následně je naražen konektor. Tabulka č. 4 ukazuje výskyt poruch na tomto pracovišti.

Tab. 4: Výskyt poruch na pracovišti č. 5 (Zdroj: Vlastní zpracování)

porucha	délka poruchy [s]	četnost poruchy za směnu	celková doba za směnu [s]	% podíl všech poruch
špatný závit	6700	0,2	134	3,4
závada topného drátu	50	2	100	2,6
restart a seřízení kamery	337	2	674	17,3
nefunkční role	360	6	2160	55,5
přetěsnění	102	5	510	13,1
údržba	6300	0,05	315	8,1
celkem			3893	

Celková doba poruch na pracovišti č. 5 je 3893 sekund. To je asi 14 % čistého času směny, tedy cca 65 min.

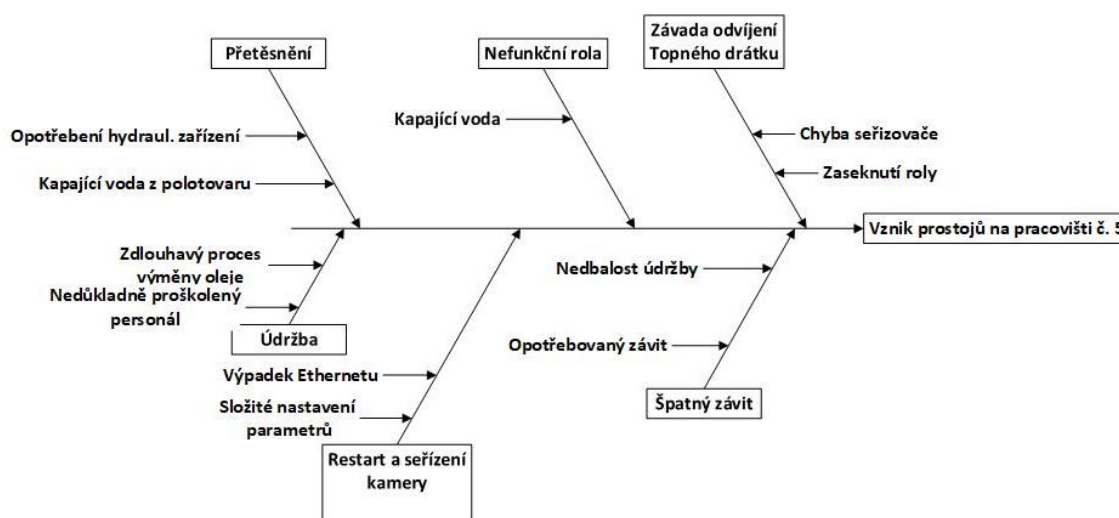
Pravidelné údržby zde probíhají stejně, jako na pracovišti 2, tedy 1x týdně, proto je četnost za směnu rozpočítána na 0,05. Údržba tohoto pracoviště ovšem zabere víc času,

až 5 minut za směnu. Jednou za pět směn je třeba vyměnit špatný závit, četnost za směnu je v tabulce č. 4 tedy 0,2.

Jak můžeme vidět, největším problémem tohoto pracoviště je nefunkční role. Pomocí této role dochází k odvíjení topného drátu. Ta se často zasekává nebo úplně zastavuje. Příčinou tohoto je odkapávající voda z polotovaru. Pokud se voda dostane do systému odvíjení topného drátu, dochází k problému.

Systém odvíjení drátu je monitorován kamerou, proto můžeme vidět, že restart a seřízení kamery má také vysoký procentuální podíl všech poruch na pracovišti.

Na obr. 25 je zobrazen Ishikawa diagram příčin vzniku prostojů u tohoto pracoviště.



Obr. 25: : Ishikawa diagram příčin vzniku prostojů na pracovišti č. 5 (Zdroj: Vlastní zracování)

3.5.4. Analýza pracoviště č. 8

Na tomto pracovišti je prováděna konečná montáž, páskování, potisk a kontrola odporu drátu. Během kontroly odporu je díl založen do upínáku, průchodka je umístěna do pozice a stecker je zapojen. Po boční straně se nachází panel, který nám zobrazí výsledek měření odporu. Pokud je změřený odpor v toleranci, výsledná hodnota je zobrazena v zeleném poli panelu, následně dojde k potisku hadičky dle vyráběné varianty. Pokud je změřený odpor mimo toleranci, výsledná hodnota je zobrazena v červeném poli. Následně nedojde k potisku hadičky a tu je třeba vyhodit. Změřené hodnoty jsou automaticky ukládány na server. Po změření odporu je třeba provést zapáskování, kdy drát se páskuje na horní stranu hadičky, dle ukázky v návodce na pracovišti.

Tab. 5: Výskyt poruch na pracovišti č. 8 (Zdroj: Vlastní zpracování)

porucha	délka poruchy [s]	četnost poruchy za směnu	celková doba za směnu [s]	% podíl všech poruch
výměna izolačního kroužku	60	2	120	11,7
závada odvíjení balící pásky	40	1	40	3,9
nahromaděný materiál	21	7	147	14,3
údržba	3600	0,05	180	17,5
prodleva přenosu informací	20	11	220	21,4
chybný polotovár	32	10	320	31,2
celkem			1027	

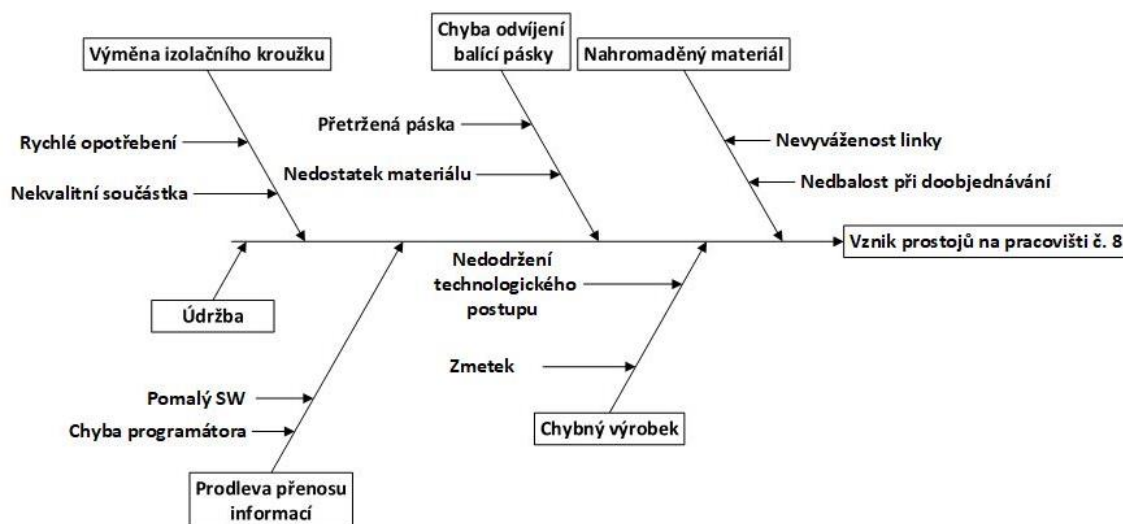
Z tabulky č. 5 je vidět, že největším problémem na tomto pracovišti je výskyt chybných polotovarů. Opět je zde zastoupena údržba, která probíhá jednou týdně a podílí se na všech poruchách 17,5% procenty.

Až při kontrole odporu zjistíme, že výsledek měření není v toleranci a polotovár musíme vyhodit, prochází i tak téměř celým výrobním procesem.

Druhým problémem je prodleva přenosu informací mezi změřením odporu a promítnutím výsledné hodnoty v případě, že hodnota je mimo toleranci. Pracovník tak čeká déle, aby zjistil, že polotovár je vadný.

Na tomto pracovišti se polotovár zpracovává delší dobu, než na pracovišti č. 7 a 9. Dochází zde k více úkonům, které jsou různě časově náročné, často se stává, že pracovnice na dalším pracovišti čeká.

Na obr. 26 je vyobrazen Ishikawa diagram příčin vzniků prostojů na pracovišti č. 8.



Obr. 26: : Ishikawa diagram příčin vzniků prostojů na pracovišti č. 8 (Zdroj: Vlastní zpracování)

3.6. Zjištěné nedostatky na montážní lince

Při zpracování analytické části jsem zjistila několik nedostatků, kvůli kterým sice nevznikají poruchy ve velké míře, ale přesto negativně ovlivňují kvalitu a proces výroby na montážní lince.

- V podniku probíhá postupná automatizace pracovišť. Technologie prochází neustálou modernizací a momentálně se hodně setkáváme s pojmem průmysl 4.0. Podnik by měl přemýšlet nad postupnou automatizací a robotizací pracovišť, pokud chce být konkurenceschopný.
- Zásobování montážních linek je někdy ovlivněno zaneprázdněním skladníka. Setkáváme se s nedostatkem pracovních sil nebo nedostatkem vysokozdvížných vozíků.
- Vznik poruch je ve většině případů technického rázu, proto by bylo potřeba zaměřit se na strojní vybavení.
- Obvykle se výroba plánuje do 90% kapacit. Někdy je díky nepřetržitému provozu výroba plánována do 100% kapacit. Stroje a ani lidé nejsou schopni pracovat na 100%. V momentě, kdy dojde k poruše nebo chybí materiál, dochází ke zpoždění výroby a posunutí termínu dodávky.

- Další nedostatek vidím ve sbírání, evidenci a vyhodnocování dat z údržby. Podnikový software na evidování poruch je zastaralý a jen složitě z něj vygenerovat údaje o poruchách.

4 NÁVRHOVÁ ČÁST

Vypracování analytické části mě dovedlo k určení úzkých míst ve výrobě. Na lince Nassarm jsou 3 úzká místa, jsou to pracoviště číslo 2, 5 a 8. V analytické části jsou také k nahlédnutí tabulky, které zobrazují nejčastější poruchy, jejich četnost a celkovou dobu výskytu během směny.

Jelikož se jedná o optimalizaci celé pracovní linky, je třeba do návrhu zahrnout všechna úzká místa.

V rámci řešení se zaměřím na vytvoření metodiky pro odstranění úzkých míst. Navrhnutou metodiku si ověřím na případové studii z analytické části.

4.1. Návrh metodiky

Návrh postupu optimalizace procesů zahrnuje obecný postup řešení problému, který by měl být použit nejen na odstranění úzkých míst, ale i dalších metod, vedoucích ke štihlé výrobě. Postup je následující:

- popis postupu procesu na výrobní lince
- sběr dat
- analýza procesu – stanovení úzkých míst, případně kategorií plýtvání
- stanovení významných příčin – použití Paretovy analýzy a Ishikawa diagramu
- návrhy na optimalizaci a výběr nejlepšího řešení
- implementace navržených změn
- kontrola a vyhodnocení

4.1.1. Stanovení významných příčin

Paretova analýza nám definuje 80% následků, které jsou způsobeny 20% příčin. Proto se v mém případě budu snažit odstranit 20% nejkritičtějších prostojů. Paretova analýza se realizuje v několika krocích:

- definice místa analýzy – v našem případě určení úzkých míst výroby
- sběr dat – mnou naměřené hodnoty během výroby
- uspořádání dat – systematicky seřazená data podle největšího výskytu a četností od největšího po nejmenší
- Lorenzova kumulativní křivka – kumulativně sečtené hodnoty se vynesou do grafu
- stanovení kritéria rozhodování – kritérium 80/20
- identifikace hlavních příčin – pomocí diagramu příčin a následků
- určení nápravných opatření [15, str. 148]

Paretův diagram je grafické zobrazení dat uspořádaných dle četnosti nebo důležitosti. Pomáhá nám určit priority, na které je potřeba se soustředit (na které příčiny, procesy, činnosti) tím, že uspořádá položky podle četností výskytu. Poté stanoví relativní kumulované četnosti výskytu. [15, str. 147]

Tento princip užijeme tak, že na ose y vpravo odečteme 80%. Těchto 80% promítneme přes Lorenzovu křivku na osu druhou, osu x. Takto nám vznikne hledaná menšina kritických prostojů, po spuštění kolmice z Lorenzovy křivky na osu x se menšina nachází vlevo, téměř u osy x.

4.2. Aplikace navržené metodiky

Pro ověření metodiky jsem řešení případové studie rozdělila do dvou částí, analýza pracovišť, kde se nachází úzká místa, se nachází v analytické části v kapitole 3.5, stanovení významných příčin, návrhů, implementace a vyhodnocení je součástí této kapitoly, kapitoly 4.2 a kapitoly 4.3.

4.2.1. Stanovení významných příčin montážní linky

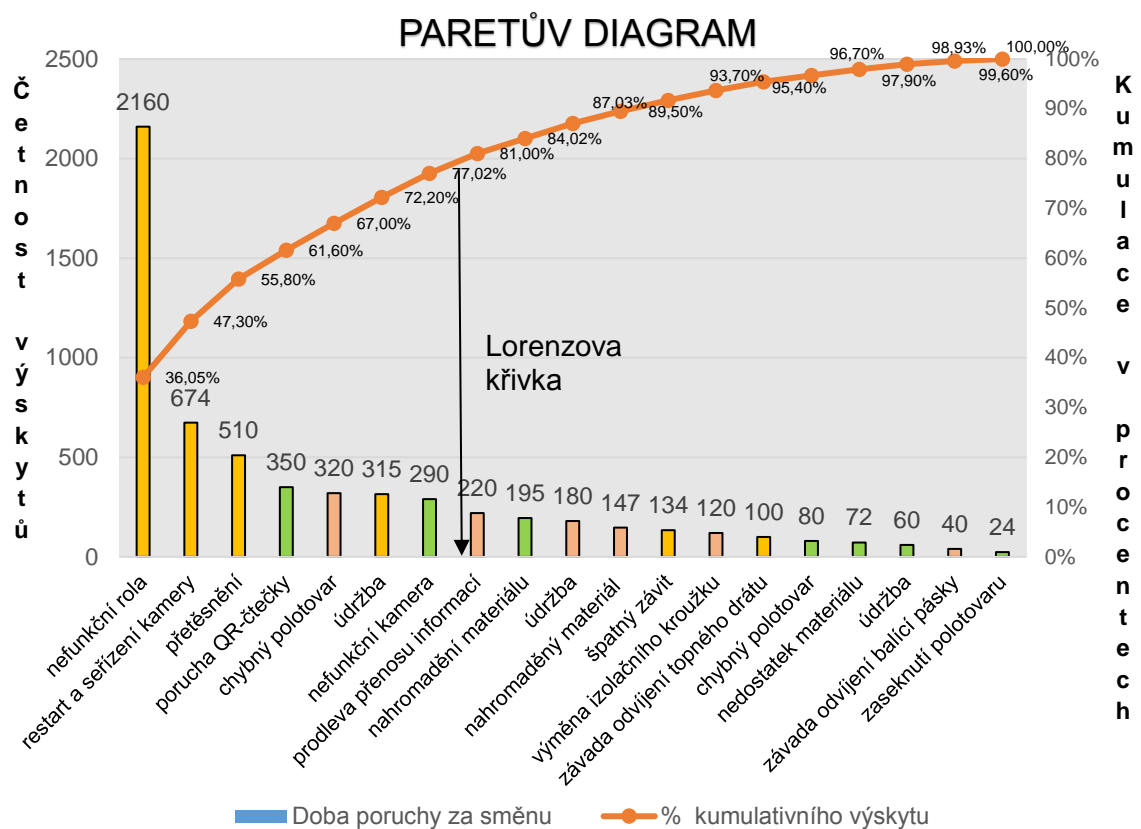
V tabulce č. 6. jsou zobrazeny všechny identifikované problémy, doba poruchy za směnu, kumulativní součet a procento kumulativního výskytu, potřebné pro sestrojení Paretova diagramu.

Tab. 6: Tabulka všech závad pro sestavení Paretova diagramu (Zdroj: Vlastní zpracování)

Paretova analýza závad			
Kategorie problému	Doba poruchy za směnu [s]	Kumulativní součet	% kumulativního výskytu
nefunkční role	2160	2160	36,05%
restart a seřízení kamery	674	2834	47,30%
přetěsnění	510	3344	55,80%
porucha QR-čtečky	350	3694	61,60%
chybný polotovar	320	4014	67,00%
údržba	315	4329	72,20%
nefunkční kamera	290	4619	77,02%
prodleva přenosu informací	220	4839	81,00%
nahromadění materiálu	195	5034	84,02%
údržba	180	5214	87,03%
nahromaděný materiál	147	5361	89,50%
špatný závit	134	5495	91,70%
výměna izolačního kroužku	120	5615	93,70%
závada odvíjení topného drátu	100	5715	95,40%
chybný polotovar	80	5795	96,70%
nedostatek materiálu	72	5867	97,90%
údržba	60	5927	98,93%
závada odvíjení balicí pásky	40	5967	99,60%
zaseknutí polotovaru	24	5991	100,00%
Celkem	5991		

Lorenzova křivka na diagramu Paretovy analýzy na obr. 27 nám určuje poruchy vznikající na lince. Jsou to následující:

- nefunkční rola pracoviště č. 5
- restart a seřízení kamery pracoviště č. 5
- přetěsnění pracoviště č. 5
- nefunkční kamera pracoviště č. 2
- porucha QR-čtečky pracoviště č. 2
- chybný polotovar pracoviště č. 8
- údržba pracoviště č. 5



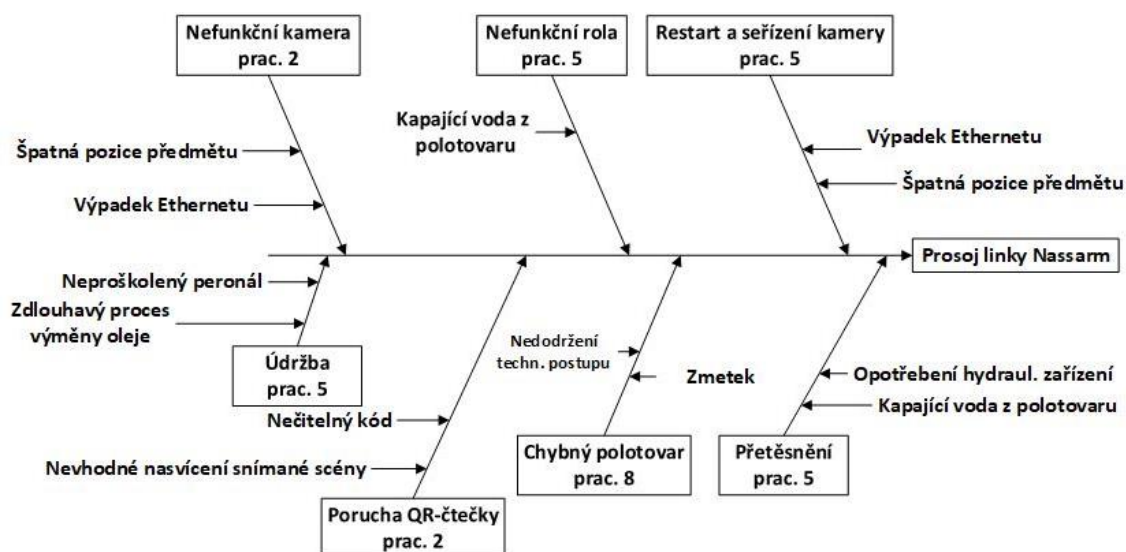
Obr. 27: Paretova analýza prostojů (Zdroj: Vlastní zpracování)

Právě tyto závady jsou pro minimalizaci prostojů nejdůležitější, a proto se budu snažit je odstranit.

4.2.2. Definice příčin kritických prostojů

V předešlé kapitole jsem si pomocí Paretovy analýzy definovala celkově 7 nejčastějších problémů vznikajících na lince Nassarm. V tomto kroku budu analyzovat příčiny těchto problémů, proč vznikají a co je jejich následkem. Pro určení příčin jsem opět použila Ishikawa diagram na obr. 28.

Obr. 28: Ishikawa diagram prostožů linky Nassarm (Zdroj: Vlastní zpracování)



4.2.3. Stanovení důležitých příčin pro Pareto analýzu

V této kapitole budu využívat opět Pareto analýzu pro určení důležitých příčin, které vedou k důležitým prostožům výrobní linky Nassarm. Postup pro vypracování Pareto analýzy je stejný, jako v kapitole 4.1.

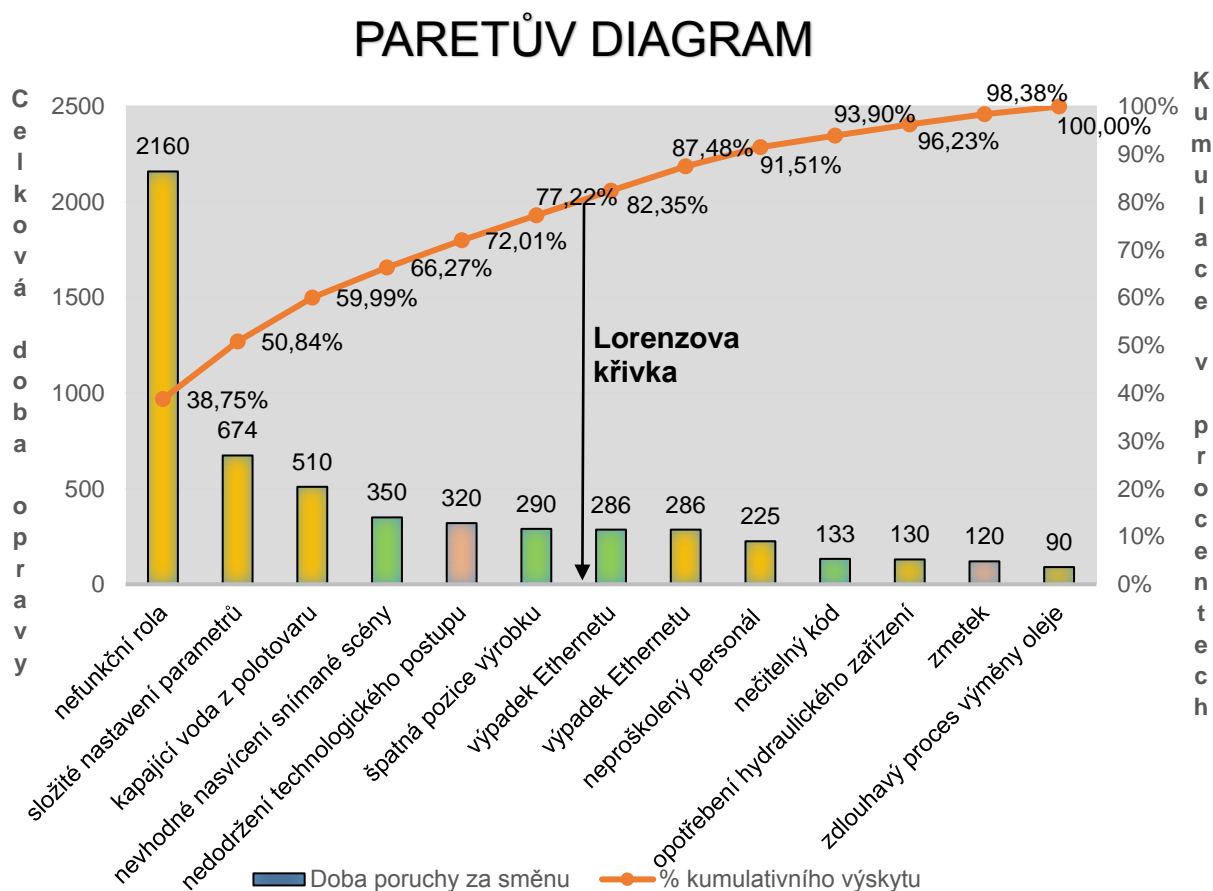
V tabulce č. 7 jsou vyobrazeny důležité příčiny prostožů, doba trvání za směnu a procentuální podíl každé z nich. Ve druhém sloupci můžeme vidět konkrétní příčinu problému. Tyto detaily vedou k prostožům, které jsme si již určili viz. Pareto analýza obr. 27.

Tab. 7: Tabulka detailních příčin vzniku důležitých prostojů (Zdroj: Vlastní zpracování)

Prac.	Příčina prostoje	Příčina konkrétně	Doba poruchy za směnu [s]	% podíl všech poruch
5	nefunkční role	přítomnost kapající vody z polotovaru	2160	38,75
5	restart a seřízení kamery	složitě nastavení parametrů	674	12,09
5	přetěsnění	kapající voda z polotovaru	510	9,15
2	porucha QR-čtečky	nevhodné nasvícení snímané scény	350	6,28
8	chybný polotovar	nedodržení technologického postupu	320	5,74
2	nefunkční kamera	špatná pozice výrobku	290	5,20
2	nefunkční kamera	výpadek Ethernetu	286	5,13
5	restart a seřízení kamery	výpadek Ethernetu	286	5,13
5	údržba	neproškolený personál	225	4,04
2	porucha QR-čtečky	nečitelný kód	133	2,39
8	přetěsnění	opotřeбенí hydraulického zařízení	130	2,33
8	chybný polotovar	zmetek	120	2,15
5	údržba	zdlouhavý proces výměny oleje	90	1,61
Celkem			5574	

Pomocí dat z tabulky č. 7 sestojíme Paretův diagram, který je na obr. 31.

Lorenzova křivka nám opět ukazuje kumulativní četnost 80 %. Stanovila jsem tak tedy důležité příčiny vznikajících prostojů. Patří mezi ně tedy kapající voda, složitě nastavení parametrů, kapající voda z polotovaru, nevhodné nasvícení snímané scény, nedodržení technologického postupu a špatná pozice výrobku viz. obr.29.



Obr. 29: Diagram Paretovy analýzy příčin důležitých prostojů (Zdroj: Vlastní zpracování)

4.3. Návrhy na optimalizaci linky

Pomocí Ishikawa diagramu a Paretovy analýzy jsem zjistila příčiny, kvůli kterým vznikají prodlevy na lince Nassarm. V následující kapitole navrhu opatření, která povedou k minimalizaci prostojů.

4.3.1. Úprava strojního zařízení pracoviště č. 5

Největší část prodlev vzniká právě na pracovišti č. 5. Zde je umístěn hydraulický krimpovací stroj, který po odizolování drátu krimpuje na drát konektor. Kontrolu správného provedení procesu monitoruje kamera.

Při odizolování drátku ale asi ve 38 % případů vzniká chyba. Přístroj pro odizolování drátu má v sobě roličku, která drát protahuje hadičkou. Stane se však, že v polotovaru je z předchozího kroku voda, která kape na roli. Tím se proces zpomaloval, protože kamera si všimla kapající tekutiny. Prostřednictvím světelné signalizace začala ukazovat vadný výrobek a celý proces se musel zopakovat.

Při sledování tohoto procesu mě napadl krok, kterým by se mohlo zamezit, aby kapalina byla detekována kamerou. Stačilo vložit železnou podložku a využít ji jako odkapávací stanici. Podložka by byla umístěna nad roličkou, tudíž by se voda do přístroje nadále nedostávala. Zvažovala jsem také navrhnout přidání odkapávací stanice, kde by byly polotovary umístěny a vysušeny, ale tím by se délka procesu prodloužila, proto mi přišlo řešení s železnou destičkou jednodušší.

Jelikož na tomto pracovišti dochází k častým prostojům kvůli kapající vodě, dochází tu tedy také hodně k přenastavování a přeinstalování softwaru kamery. Kamery využívané na pracovišti jsou nastaveny na určité světlo, rozměry a parametry, které má výrobek splňovat. Kvůli vzniku častých poruch se příčina řešila restartováním a přenastavením kamery, které je dost časově náročné a zdržuje tak proces výroby. Mým návrhem by se předešlo i zdoluhavému přenastavování, které by také výrazně zkrátilo dobu prostojů.

4.3.2. Úprava odrazové plochy na pracovišti č. 2

Zhruba 11 minut za směnu zaberou prodlevy na pracovišti č. 2 způsobené špatným nasvícením snímané scény. Kamera je umístěna tak, aby sledovala správné naražení hadičky na trysku a následné zkrácení na potřebnou délku. Při monitoringu kamerou někdy vznikne odraz, který kamera zachytí a výsledkem je rozsvícení signalizace - červeného světla – je nutné krok opakovat.

Odraz vzniká na hladkých a lesklých. Při sledování provozu mě napadlo, zda-li odraz nevzniká kvůli svíticím systémům, kterými je pracoviště vybaveno. Původně jsem tedy chtěla navrhnout změnu osvětlení. Toto opatření by ale výrazně zvýšilo náklady.

Pak jsem ale dospěla k závěru, že plocha, na které vzniká odraz, je úplně hladká. Odraz by nevznikal v takové míře, kdyby byl povrch hrubší a zbroušený. Mým návrhem je tedy zbroušení železné plochy a následné zamezení vzniku odrazu.

4.3.3. Návrh zlepšení signalizace poruch na pracovišti č. 2

Při sledování a měření na pracovišti č. 2 jsem si všimla, že způsob signalizace, který značí správné umístění výrobku, je umístěn na nevhodném místě. Způsob založení výrobku v tomto kroku je důležitý, protože jsou zde hadičky kráceny na potřebnou délku, při nesprávném založení výrobku jsou tedy zastříženy špatně.

Největší problém vidím v umístění signalizačního světla, které je umístěno ne před pracovníci, ale vedle ní. Pracovnice tak nemá šanci si signalizace všimnout, pokud se na ni sama nepodívá. Někdy se ale může stát, že pracovnice zapomene a hadička je zkrácena špatně. Proto navrhuji přemístění signalizačního světla přímo před očima pracovnice. Tím se sníží zmetkovitost a také doba zhlédnutí pracovnice na stranu k displeji.

4.3.4. Úprava pracovních úkonů mezi pracovištěm č. 8 a č. 9

Další vznikající prostoj vzniká na pracovišti č. 8. V porovnání s ostatními pracovišti zde dochází k mnoha úkonům. Polotovary se zde hromadí, pracovnice nestíhá a naopak pracovnice u pracoviště č. 9 čeká. Na pracovišti č. 8 dochází ke konečné montáži, páskování, potisku a kontrole odporu drátu. Problém nastává právě při kontrole odporu. Během měření se mi potvrdilo, že pracovnice nekontroluje odpor každého výrobku. Může se tedy stát, že vadný výrobek není odhalen a dostane se až do expedice. Není tak dodržen technologický postup výroby.

Když zvážím vytíženost pracoviště č. 8 a 9, napadlo mě navrhnout přesun jednoho úkonu na pracoviště méně vytížené. Zjistila jsem, že proces zapáskování by mohla provádět pracovnice pracoviště č. 9. Tak by nebyl na problémové pracoviště vyvíjen tlak a dodržoval by se zde technologický postup tak, jak má.

4.3.5. Opatření pro sběr a vyhodnocování dat

Pro zavedení mnou navržených opatření je třeba postupně sbírat, evidovat a pravidelně vyhodnocovat data. V současné době pro mě bylo během měření složité získat data o minulých poruchách a jejich příčinách. Pracovník údržby byl schopný generovat data v systému podle data vzniku prostoje. Když mě ale zajímala četnost poruch, bylo dohledávání téměř nemožné. Vhodným řešením by bylo zlepšení softwaru údržby, který by zachycoval například i statistiky a nejvýznamnější příčiny, vedoucí k vzniku prostojů. Firma by tak získala větší přehled a mohla by vyhodnocovat nejproblémovější pracoviště.

4.4. EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Zkrácení prostojů přinese společnosti navýšení výrobní kapacity, což znamená navýšení kapacity o linky o 11%.

Ekonomické vyhodnocení uvedeného příkladu optimalizace výrobní linky vychází z úspor při zkrácení prostojů.

V následující kapitole se budu věnovat porovnávání délky prostojů před zavedením opatření a po zavedení mých návrhů.

4.4.1. Zvýšení výrobní kapacity montážní linky Nassarm

Porovnání dob poruch před zavedením opatření a po zavedení opatření je k vidění v tabulce č. 8.

Jak si můžeme povšimnout, například prostoj na pracovišti č. 2, který zde vznikl kvůli nevhodnému nasvícení snímané scény, byl zcela odstraněn, zůstává zde však nadále problém špatného zasazení výrobku, ovšem v menší míře.

Výrazně ale poklesla délka prostoje na pracovišti č. 5, kde došlo pouze k přimontování odkapávací stanice. Nadále zde však dochází k poměrně častému přetěšňování hydraulického přístroje, na které kapající voda (i když v malé míře) nemá dobrý dopad.

Celkovou dobu poruch po zavedení opatření u pracoviště č. 8 jsem musela odhadnout při pozorování chodu linky.

Tab. 8: Doba prostojů po zavedení opatření (Zdroj: Vlastní zpracování)

Prac.	Příčina prostoje	Příčina konkrétně	celková doba poruch/směna [s]	
			před opatřením	po opatření
5	nefunkční role	kapající voda z polotovaru	2160	400
5	restart a seřízení kamery	složitě nastavení parametrů	674	200
5	přetěšnění	kapající voda z polotovaru	510	400
2	porucha QR-čtečky	nevhodné nasvícení snímané scény	350	0
8	chybný polotovar	nedodržení technologického postupu	320	180
2	nefunkční kamera	špatná pozice výrobku	290	200
Celkem			4304	1380

Celkové prostoje linky tvořily 5991 sekund, tedy téměř 100 minut za směnu, což bylo 22% čistého času směny. Pomocí Paretovy analýzy jsem si identifikovala ty nekritičtější prostoje. Po studii a zavedení mých nápravných opatření se prostoje linky zkrátily na 3067 sekund, což je asi 51 minut, tudíž jen 11% čistého času směny. Linka se nám tedy zrychlila o **11%** čistého času směny.

4.4.2. Zhodnocení celkových nákladů

V kapitole 3.5.1. jsem shrnula, že linka by měla vyrábět 185 ks za směnu, tudíž 555 ks za den. Reálně ale linka před zavedením mého opatření vyráběla pouze 110 ks za směnu, tudíž 330 ks za den. V této kapitole jsem vyhodnotila náklady, které měly vznikat při výrobě 555 ks za 3 směny. Také náklady, které vznikaly při výrobě 555 ks. Nakonec vyhodnotím náklady, které vznikají po zavedení mého opatření.

Dobu výroby 555 ks před opatřením jsem vypočítala následovně:

$$110 \text{ ks} \dots 7,5 \text{ hod} = 450 \text{ minut} = 1 \text{ směna}$$

$$1 \text{ ks} = 450 / 110 = 4 \text{ minuty}$$

$$550 \text{ ks} \dots 5 \text{ směn}$$

$$5 \text{ ks} = 5 * 4 \text{ min} = 20 \text{ minut}$$

$$\text{doba výroby } 555 \text{ ks} = 5 \text{ směn } 20 \text{ minut}$$

Náklady před opatřením

V **ideálním případě** měla linka splňovat 555 ks za 3 směny. Celkové náklady, tvořené provozními náklady, výrobní režií a mzdovými náklady, jsou 19 Kč/min. V tomto případě byl propočet následující:

$$3 \text{ směny} = 3 * 450 \text{ min} = 1350 \text{ minut}$$

$$\text{Celkové náklady} / \text{min} = 19 \text{ Kč}$$

$$\text{Celkové náklady na } 555 \text{ ks} = 1350 * 19 = 25\,650 \text{ Kč}$$

Realita byla ale jiná, linka splňovala takt 330 ks za den. Po propočtu jsem tedy zjistila, že požadované množství 555 ks bylo vyráběno 5 směn a 20 minut. Propočet byl tedy následující:

$$5 \text{ směn } 20 \text{ minut} = (5 \text{ směn} * 450) + 20 \text{ min} = 2270 \text{ minut}$$

$$\text{Celkové náklady} / \text{min} = 19 \text{ Kč}$$

$$\text{Celkové náklady na 555 ks} = 2270 * 19 = 43\,130 \text{ Kč}$$

Náklady po opatření

Po zavedení opatření se potřebné množství vyrobí za kratší dobu, než tomu bylo v případě před zavedením. Protože se linka zrychlila o 11%, celkový čas pro výrobu požadovaných 555 ks bude tvořit 89% původní výrobní doby.

$$\text{Původní doba: } 2270 \text{ minut}$$

$$89 \% \text{ z původní doby: } 2270 * 0,89 = 2020 \text{ minut}$$

$$\text{Celkové náklady na 555 ks} = 2020 * 19 = 38\,380 \text{ Kč}$$

Ušetřené náklady oproti původnímu stavu

$$42\,807 \text{ Kč} - 38\,380 \text{ Kč} = 4\,427 \text{ Kč}$$

4.4.3. Náklady na zavedení opatření

V tabulce č. 9 můžeme vidět náklady, které nám vzniknou při zavedení navrhovaných opatření.

Tab. 9: Náklady vznikající při zavedení opatření (Zdroj: Vlastní zpracování)

Druh opatření	Cena v Kč	% z celkových nákladů
destička na odkapávání	500	7,4
zbroušení povrchu	800	11,8
nový signalizační displej	1500	22,1
přesun úkonu páskování	0	0
SW pro sběr a vyhodnocení dat	4000	58,7
Celkem	6800	

Celkové náklady na instalaci opatření budou okolo 6 800 Kč. To je sice více, než mnou spočítaná úspora, ovšem již ušetřené peníze pokryjí asi 65% nákladů vznikajících instalací opatření. Zbytek ceny, kterou musíme doplatit nám je 2 373 Kč.

ZÁVĚR

Tato bakalářská práce se zabývala optimalizací montážního pracoviště ve firmě Rehau Automotive s.r.o. Tuto firmu jsem si vybrala na základě osobních zkušeností z povinné praxe v době studia a také proto, že se nachází v okolí mého bydliště.

Cílem této práce bylo navrhnout opatření, která povedou k celkové optimalizaci montážní linky Nassarm, aby zde docházelo k plynulejší, rychlejší a kvalitnější výrobě. Podnik Rehau Automotive se zabývá výrobou polymerů převážně pro automobilní průmysl.

Moje práce je rozdělena do tří částí, teoretické, analytické a návrhové.

V teoretické části jsem čerpala informace k tématu. Tyto informace jsem čerpala převážně z knižní literatury uvedené v použité literatuře, ale také z internetových článků.

V analytické části jsem se zaměřila na definici podniku, podnikových procesů a detailní popis montážní linky, kde jsem se snažila najít a popsat jednotlivé nedostatky, kvůli jímž vznikají prostoje. V analytické části jsem si vymezila tři pracoviště, kterými jsem se zabývala. V této části jsem čerpala informace od pracovníků firmy, ale také z firemních směrnic.

V návrhové části jsem navrhla opatření, která by mohla dobu kritických prostojů minimalizovat či odstranit úplně. Opatření jsem navrhovala pro jednotlivá pracoviště. Na pracovišti č. 2 došlo ke změně signalizace, aby pracovnice měla jasný přehled o správném založení výrobku a také došlo k povrchové úpravě zařízení, aby nedocházelo k odlesku a čtečka reagovala správně. Na pracoviště č. 5 jsem navrhla montáž odkapávací stanice, která zabrání, aby se voda dostala do strojního zařízení a výhledu kamery. Tak se zabrání i vzniku prostojů, kdy musela být kamera znovu seřizena. Dále jsem navrhla přesun procesu páskování z pracoviště č. 8 na pracoviště č. 9, kde nedochází k tolika pracovním úkonům. Posledním návrhem byl software pro sběr a efektivnější vyhodnocování dat ohledně poruch a prostojů, který napomůže k zjednodušení vedení údržby.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

[1] SYNEK, Miloslav a kolektiv. *Manžerská ekonomika*. 5., aktualiz. a dopln. vyd. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3494-1.

[2] ŘEPA, Václav. *Podnikové procesy - procesní řízení a modelování*. 2., aktualiz. a roz. vyd. Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-2252-8.

[3] NENANDÁL, Jaroslav a kolektiv. *Moderní management jakosti*. Praha: Management Press, 2012. ISBN 978-80-726-1186-7.

[4] Optimalizace firemních procesů. Contrust [online]. Nový Malín: Contrust Group, 2011 [cit. 2017-12-02]. Dostupné z: <http://www.contrust.cz/nase-nabidka/strategicke-řízení-a-management/optimalizace-firemních-procesů/>

[5] Štíhlá výroba - lean production. Synext [online]. České Budějovice: Synext, 2008 [cit. 2017-12-02]. Dostupné z: <http://www.synext.cz/stihla-vyroba-lean-production.html>

[6] VOCHOZKA, Marek, Petr MULAČ a kolektiv. *Podniková ekonomika* [online]. Praha: Grada, 2012 [cit. 2017-12-02]. ISBN 978-80-247-8200-3. Dostupné z: https://books.google.cz/books?id=mmqjAwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=cs&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q=henry%20ford&f=false

[7] JUROVÁ, Marie a kolektiv. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada, 2016. ISBN 978-80-247-5717-9.

[8] KEŘKOVSKÝ, Miloslav. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 2. vyd. Praha: C. H. Beck, 2009. ISBN 978-80-7400-119-2.

- [9] ČUJAN, Zdeněk a Zdeněk MÁLEK. *Výrobní a obchodní logistika*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2008. ISBN 978-80-7318-730-9.
- [10] Value Stream Mapping. *Ceramic Industry* [online]. Troy: Tom Fowler, 2013 [cit. 2017-12-05]. Dostupné z: <https://www.ceramicindustry.com/articles/93406-value-stream-mapping-a-tool-for-process-improvement>
- [11] REHAU, s.r.o. *Interní materiály podniku*. Čestlice: REHAU, s.r.o., 2016.
- [12] MOST - Maynard Operation Sequence Technique. *IPA* [online]. Český Těšín: Jozef Křišťák, 2007 [cit. 2017-12-28]. Dostupné z: <https://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/most-maynard-operation-sequence-technique>
- [13] V Jevíčku mají ambiciózní plány. Pardubický kraj [online]. Pardubice: Krajský úřad Pardubického kraje, 2015 [cit. 2017-12-28]. Dostupné z: <https://www.pardubickykraj.cz/aktuality/80596/v-jevicku-maji-ambiciozni-plany?previev=archiv>
- [14] VEBER, Jaromír. *Řízení jakosti a ochrana spotřebitele*. 2., aktualiz. vyd. Praha: Grada, 2007. Manažer. ISBN 978-80-247-1782-1.
- [16] *Výrobní systém Toyota TPS: a jeho přínosy pro podnikání*. [online]. [cit. 2017-04-20]. Dostupné z: http://www.toyotaforklifts.cz/SiteCollectionDocuments/TPS_nahled.pdf.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Základní schéma podnikového procesu.....	11
Obr. 2: Základní kroky zlepšování procesu	13
Obr. 3: Demingův PDCA cyklus	14
Obr. 4: Paretova analýza	20
Obr. 5: Ishikawa diagram	21
Obr. 6: Závod REHAU Automotive s.r.o. Jevíčko	23
Obr. 7: Sortiment REHAU Automotive s.r.o. - vodní systém	24
Obr. 8: Organizační struktura REHAU Automotive, s.r.o.	24
Obr. 9: Vztahy REHAU Automotive, s.r.o. k vyšší jednotce	25
Obr. 10: Organizační struktura jevíčského závodu	25
Obr. 11: Mapa hlavních, řídicích a podpůrných procesů	28
Obr. 12: Mapa haly	37
Obr. 13: Nasunuté kazety pro vypálení děr	39
Obr. 14: Zkrácené hadičky na potřebnou délku	40
Obr. 15: Díl s provlečeným drátem	40
Obr. 16: Doplnění gumových těsnění	41
Obr. 17: Krimpování konektoru.....	41
Obr. 18: Odložení dílu po zatavení.....	42
Obr. 19: Tvrdnutí lepidla	42
Obr. 20: Kontrola odporu.....	43
Obr. 21: Detail ramínka stěrače	43
Obr. 22: Řízení procesů na operativní úrovni	45
Obr. 23: Diagram vytížení pracovišť	47
Obr. 24: Ishikawa diagram příčin vzniků prostojů na pracovišti č. 2.....	50
Obr. 25: Ishikawa diagram příčin vzniků prostojů na pracovišti č. 5	51
Obr. 26: Ishikawa diagram příčin vzniků prostojů na pracovišti č. 8	53
Obr. 27: Paretova analýza prostojů	57
Obr. 28: Ishikawa diagram prostojů linky Nassarm	58
Obr. 29: Diagram Paretovy analýzy příčin důležitých prostojů	60

SEZNAM TABULEK

Tab. 1: Principy systému řízení úzkých míst	18
Tab. 2: Část artiklů vyráběných na lince Nassarm	37
Tab. 3: Výskyt poruch na pracovišti č. 2	48
Tab. 4: Výskyt poruch na pracovišti č. 5	50
Tab. 5: Výskyt poruch na pracovišti č. 8	52
Tab. 6: Tabulka všech závad pro sestavení Paretova diagramu	56
Tab. 7: Tabulka detailních příčin vzniku důležitých prostojů	59
Tab. 8: Doba prostojů po zavedení opatření	63
Tab. 9: Náklady vznikající při zavedení opatření	65

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

BOZP – Bezpečnost a ochrana zdraví při práci

QMS – Quality Management Systém

FIFO – First in First out

ISO – International Organization for Standardization

PDCA – Plan-Do-Check-Act

TPS – Toyota Production System

JIT – Just in time

OPT - Optimised Production Technology

VSM – Value Stream Mapping

SW – Software

EXW – Ex-works

DAP – Delivered At Place

CMR – Convention Marchandise Routiere

SPZ – státní poznávací značka

CIP – Continuous Improvement Process

HR – human resources

IT – informační technologie

ČR – Česká republika

GDPR – General Data Protection Regulation

IRIS – Integriertes Reklamation Informations Systém

RRP – Rehau rules and procedures

QR-kód – Quick Response code

TT – takt-time

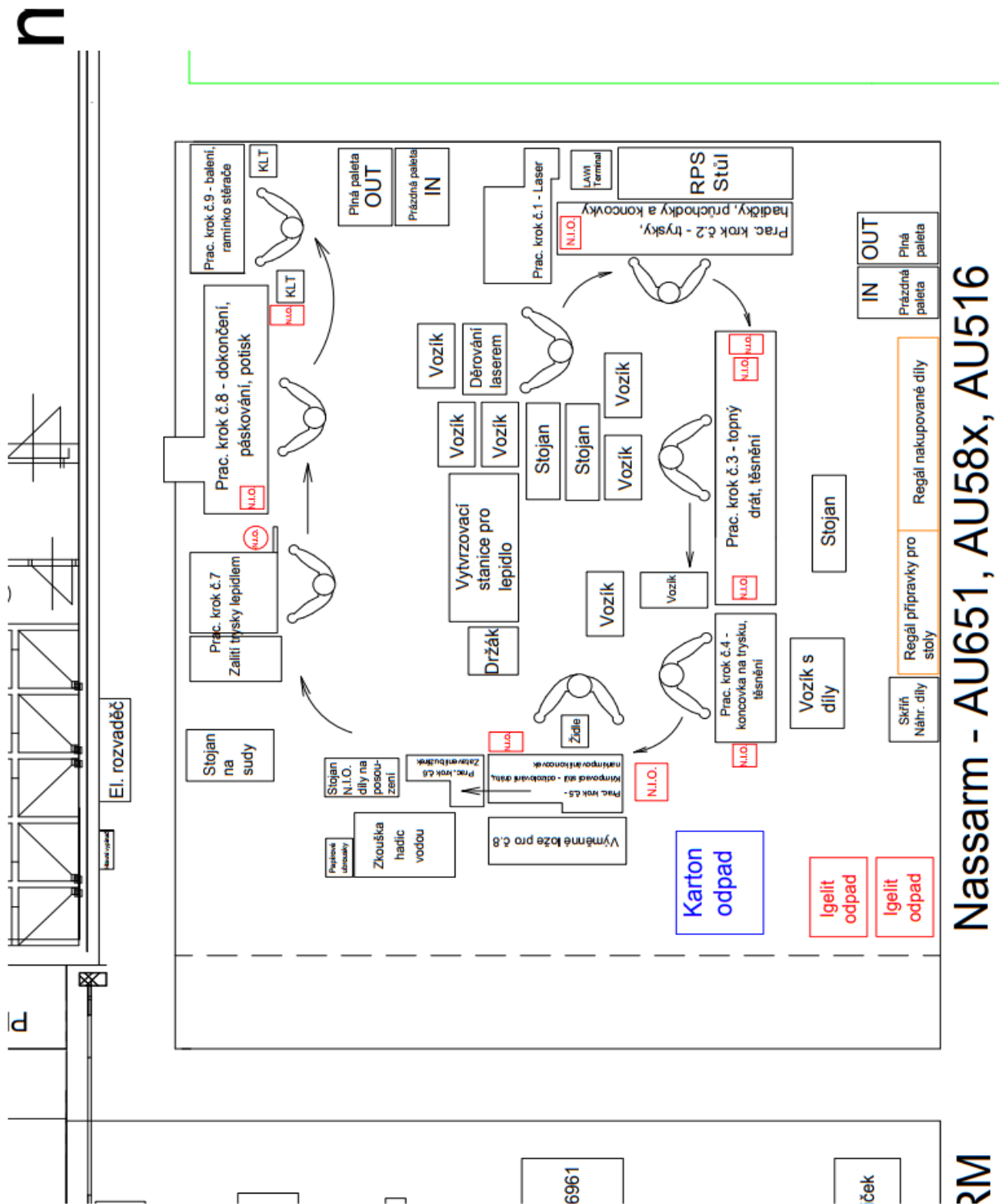
DČF – disponibilní časový fond

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Časový snímek Nassarm	74
Příloha 2: Layout pracoviště Nassarm	75

Příloha 1: Časový snímek Nassarm (Zdroj: Vlastní zpracování)

č. pracoviště	název pracoviště	počet pracovníků na prac.	podíl lidské práce [%]	práce je prováděna dělníci č.									reálná doba výkonu [s]
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	laser	1	0	x									20
2	zalisování hadiček na trysku + montáž koncovek	1	80		x								48
3	protážení topn. Drátu	1	60			x							15
4	instalace zátek	1	94				x						23
5	krimpování	1	100					x					46
6	smřšťování	1	29						x	x			31
7	nanašování lepidla	1	3						x				17
8	kontrola a omotání páskou	1	85							x			35
9	balení	1	100	x									14
doba vyhotovení jednoho výrobku [s]													249



Nassarm - AU651, AU58x, AU516

čM